

KOREAN PATENT ABSTRACT (KR)

PUBLICATION

(51) IPC Code: B25J 9/00

(11) Publication No.: P2000-0066728

(43) Publication Date: 15 November 2000

(21) Application No.: 10-1999-0014029

(22) Application Date: 20 April 1999

(71) Applicant:

In-Kwang Kim

(72) Inventor:

In-Kwang Kim

(54) Title of the Invention:

Robot with sound direction detection, moving direction detection, and intelligent auto-charging function, and operation method thereof

Abstract:

There is provided a robot with sound direction detection, moving direction detection, and intelligent auto-charging function, and an operation method thereof. According to the robot and the operation method thereof, a charging unit generates sound with a predetermined frequency and the robot correctly detects the direction of the sound so as to dock the charging unit, and the operation method controls the robot to move in a desired direction when the robot changes its moving direction according a form of the ground or due to certain obstacles while it moves in a straight direction, on the basis of the detected sound direction and moving direction. The robot includes: a sound direction detector for detecting a direction of a sound source and a direction of the charging unit generating sound; a distance measuring unit for measuring a distance between peripheral obstacles and the robot; a moving direction detector for detecting a current moving direction of the robot; a human body sensing unit for sensing a human located within a predetermined distance from the robot; and a controller for controlling the robot to move in the direction of the sound source and in the direction of the charging unit, using information for the detected distance and the moving direction, and tracking and monitoring the sensed human.

(19) 대한민국특허청 (KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> (11) 공개번호 특2000-0066728  
B25J 9/00 (43) 공개일자 2000년11월15일

(21) 출원번호 10-1999-0014029  
(22) 출원일자 1999년04월20일  
(71) 출원인 김인광  
(72) 발명자 서울특별시 동작구 상도4동 223-10 구삼빌라 301호  
김인광  
(74) 대리인 서울특별시동작구상도4동223-10구삼빌라301호  
특허법인 신성 원석희, 특허법인 신성 박해천

심사청구 : 있음

(54) 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇 및 그 동작 방법

요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속하는 기술분야

본 발명은 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇 및 그 동작 방법에 관한 것  
임.

2. 발명이 해결하고자하는 과제

본 발명은 특정-주파수를 갖는 음향을 발생하여 충전기 등에서 음향을 발생하면 로봇에서는 그 음향의 방  
향을 정확하게 검출하여 충전기에 도킹할 수 있도록 하고, 음향방향 및 동작방향을 검출하여 직선거리로  
주행할 때 지면의 형태에 따라 방향이 달라지거나 특정물체에 부딪혀 방향이 달라지는 경우 원하는 진행  
방향으로 진행할 수 있도록 하는 로봇 및 그 동작 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은, 음원의 방향과 음향을 발생하는 충전기의 방향을 검출하기 위한 음향방향 검출수단; 주변의  
물체와 로봇 간의 거리를 측정하는 거리 측정수단; 현재 로봇의 진행 방향을 검출하는 동작방향 검출수  
단; 로봇으로부터 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하는 인체 감지수단; 및 검출된 거리 및 진행 방향에  
대한 정보를 이용하여, 로봇이 음원 및 충전기 방향으로 진행하도록 제어하고, 감지된 사람을 추적 및 감  
시하도록 제어하는 제어수단을 포함한다.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 지능형 로봇에 이용될.

도표도

도1

색인어

음향방향 검출, 동작방향 검출, 자동충전, 지능형 로봇

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 일실시에 구  
성도.

도 2는 본 발명에 따른 로봇의 수신 마이크에 수신되는 입력 신호의 타이밍도.

도 3a 및 도 3d는 본 발명에 따른 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇에 대  
한 설명도.

도 4a는 상기 도 1의 음향방향 검출부내의 음향 위상차 검출기의 일실시에 구성도.

도 4b는 상기 도 1의 음향방향 검출부내의 음향 위상차 검출기의 다른 실시예 구성도.

도 5a는 상기 도 4a 및 도 4b의 음향음향신호 위상차 검출기의 일실시에 회로도.

도 5b는 상기 도 5a에 도시된 음향음향신호 위상차 검출기의 동작 타이밍도.

도 6a는 상기 도 4a 및 도 4b의 음향패턴주기 안정구간 검출기의 일실시에 회로도.

- 도 6b는 상기 도 6a의 음향패턴주기 안정구간 검출기에 대한 동작 타이밍도.
- 도 7은 상기 도 1의 음향방향 검출부내의 초음파 음향 위상차 검출기의 일실시에 구성도.
- 도 8은 상기 도 7a의 초음파 음향 위상차 검출기의 일실시에 회로도.
- 도 9는 본 발명에 따른 로봇의 동작 방법에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 10a는 도 9에서의 평면구조를 탐색 및 분석 과정에 대한 일실시에 상세 흐름도.
- 도 10b는 도 10a에서의 초기 동작 진행 과정에 대한 일실시에 상세 흐름도.
- 도 10c는 도 10a에서의 로봇의 상태 결정 과정에 대한 일실시에 상세 흐름도.
- 도 10d는 도 10c에서의 로봇의 진행 방향 전환 과정에 대한 일실시에 상세 흐름도.
- 도 10e는 도 10a의 진행 방향 교정 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 10f는 도 10a의 진행 방향 교정 과정에 대한 다른 실시예 흐름도.
- 도 10g는 도 10a의 진행 방향 교정 과정에 대한 또 다른 실시예 흐름도.
- 도 10h는 도 10a의 평면구조 분석 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 11a는 상기 도 9의 음원 탐색 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 11b는 상기 도 11a의 음원탐색 진행 동작 설정 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 11c는 상기 도 11a의 음원탐색 수행 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 11d는 상기 도 11a의 우회동작모드 설정 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 11e는 본 발명에서의 우회동작 처리에 대한 설명도.
- 도 12는 상기 도 9의 대기모드상에서 인체추적 과정에 대한 일실시에 흐름도.
- 도 13은 상기 도 9의 경비 동작 수행 과정에 대한 일실시에 흐름도.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

- |                |             |
|----------------|-------------|
| 111: 음향방향 검출부  | 112: 거리 측정부 |
| 113: 동작방향 검출부  | 114: 인체 감지부 |
| 115: 무선원격 조정부  | 116: 인터페이스  |
| 117: 램         | 118: 롬      |
| 119: 마이크로 프로세서 | 120: 동작 제어부 |
| 121: 좌측 모터     | 122: 우측 모터  |

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇 및 그 동작 방법과 그를 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 관한 것이다.

종래의 음향방향 검출 장치(참조 : 특허공고번호 91-2926 호)에서는 정확한 음원의 위치를 파악하기 보다는 설치된 콘덴서 마이크에 먼저 음향이 발생되는 순으로 6개의 음향방향을 검출하도록 되어 있었는데, 이러한 단순음향의 검출은 주변음향 등으로 오류를 범하는 예가 발생되므로 단순 장난감에는 적용될 수 있으나 자동충전기능 등을 갖춘 지능형 로봇에는 적용할 수 없는 문제점이 있었다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 특정 주파수를 갖는 음향을 발생하여 충전기 등에서 음향을 발생하면 로봇에서는 그 음향의 방향을 정확하게 검출하여 충전기에 도킹할 수 있도록 하고, 음향방향 및 동작방향을 검출하여 직선거리로 주행할 때 지면의 형태에 따라 방향이 달라지거나 특정물체에 부딪혀 방향이 달라지는 경우 원하는 진행방향으로 진행할 수 있도록 로봇의 주행 방향을 수정하고, 특정공간의 구조를 파악하는데 필요한 주행방향에 대한 정보를 주행거리와 함께 입력하여 공간의 평면 구조를 파악하고 원하는 위치로 이동할 수 있는 로봇 및 그 동작 방법과 그를 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 그 목적이 있다.

그리고, 본 발명은, 특정 주파수와 소정의 콘덴서 마이크 등을 통하여 계속적인 파형의 위상차를 검출하여 주변 잡음에 대한 오류를 줄일 수 있고, 또한 설치된 각 콘덴서 마이크를 통해 수신된 신호를 간의 위상 차이를 계산하여 음원의 방향을 정확히 검출할 수 있도록 하는 로봇 및 그 동작 방법과 그를 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 다른 목적이 있다.

# 발명의 구성 및 작용

이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇에 있어서, 가시청 음향이나 초음파를 이용하여, 음향을 발생하고 있는 음원의 방향을 검출하고, 음향을 발생하는 충전기의 방향을 검출하기 위한 음향방향 검출수단; 상기 로봇의 진행상태를 파악하는데 필요한 거리 정보를 얻기 위하여, 주변의 물체와 상기 로봇 간의 거리를 측정하는 거리 측정수단; 내부에 구비한 전자나침반을 통해 현재 로봇의 진행 방향을 검출하기 위한 동작방향 검출수단; 사람을 추적하고 침입자를 감시하는데 필요한 정보를 얻기 위하여, 상기 로봇으로부터 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하는 인체 감지수단; 및 상기 거리 측정수단에 의해 측정된 거리 정보와 상기 동작방향 검출수단에 의해 검출된 진행 방향에 대한 정보를 이용하여, 상기 로봇이 상기 음향방향 검출수단에 의해 검출된 음원 및 충전기 방향으로 진행하도록 하고 상기 검출된 충전기에 도킹(docking)하여 충전이 이루어지도록 제어하며, 상기 인체 감지수단에 의해 감지된 사람을 추적 및 감시하도록 제어하는 제어수단을 포함한다.

본 발명은, 음향방향과 동작방향 검출 기능을 갖는 로봇에 있어서, 음원이 설정된 주파수를 갖는 음향을 출력하면, 수신단에서 각 수신 마이크로를 통해 수신되는 음향신호들 간에 검출되는 최대 위상차가 소정의 음향주기 T의  $1/2$  이내가 되도록 상기 각 수신 마이크로를 일정 간격으로 이격되도록 하여, 수신되는 신호의 설정 주파수가 안정되게 검출되는 시점에서 수신신호들 간의 패턴차이 d가  $T/2$  이내로 되면, 수신신호의 도달순서와 일치된 검출신호로써 위상차를 상기 패턴차이와 같은 d로 선택하며, 상기 패턴차이 d가  $T/2$  보다 크면 검출 신호간의 신호 도달 순서가 반전된 것으로 판단하여 상기 음향주기 T에서 상기 패턴차이 d를 감소한 감소값을 위상차이로 검출하는 것을 특징으로 한다.

본 발명은, 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법에 있어서, 작동 모드가 설정되었는지를 판단하는 제 1 단계; 상기 제 1 단계에서 작동 모드가 설정되지 않은 것으로 판단되면, 대기모드로 된 후 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하여 추적하는 제 2 단계; 상기 제 1 단계에서 작동 모드가 설정된 것으로 판단되면, 설정된 작동 모드의 종류를 확인하는 제 3 단계; 및 상기 설정된 작동 모드의 종류 확인 결과에 따라, 평면 구조물을 탐색 및 분석해서 얻은 평면구조물에 대한 정보를 이용하여 지정한 영역을 청소하고, 방전시 음향을 발생하는 충전기를 탐색한 후 탐색한 충전기에 도킹(docking)하여 충전이 이루어지도록 하며, 음향을 발생하는 음원을 탐색 및 경비 동작을 수행하는 제 4 단계를 포함한다.

본 발명은, 프로세서를 구비한 로봇에, 작동 모드가 설정되었는지를 판단하는 제 1 기능; 상기 제 1 기능에서 작동 모드가 설정되지 않은 것으로 판단되면, 대기모드로 된 후 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하여 추적하는 제 2 기능; 상기 제 1 기능에서 작동 모드가 설정된 것으로 판단되면, 설정된 작동 모드의 종류를 확인하는 제 3 기능; 및 상기 설정된 작동 모드의 종류 확인 결과에 따라, 평면 구조물을 탐색 및 분석해서 얻은 평면구조물에 대한 정보를 이용하여 지정한 영역을 청소하고, 방전시 음향을 발생하는 충전기를 탐색한 후 탐색한 충전기에 도킹(docking)하여 충전이 이루어지도록 하며, 음향을 발생하는 음원을 탐색 및 경비 동작을 수행하는 제 4 기능을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 실시예 구성도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 로봇은, 음향방향 검출부(111)와, 거리 측정부(112)와, 동작방향 검출부(113)와, 인체 감지부(114)와, 무선원격 조정부(115)와, 인터페이스(116)와, 램(RAM : Random Access Memory)(117)와, 롬(ROM : Read Only Memory)(118)와, 마이크로 프로세서(119)와, 동작 제어부(120)와, 좌측 모터(121)와, 우측 모터(122)를 구비한다.

여기서, 음향방향 검출부(111)는, 음향 위상차를 검출하기 위한 음향 위상차 검출기와 초음파 음향의 위치를 검출하기 위한 초음파 음향 위상차 검출기를 포함하여 이루어진다.

상기한 바와 같은 구조를 갖는 본 발명의 로봇의 동작에 대하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

음향방향 검출부(111)는 마이크로 프로세서(119)로부터 인터페이스(116)를 통해 음향방향 검출 명령이 전달되면, 가시청 음향 및 초음파를 이용하여 음원의 방향을 검출하여 검출한 음향방향을 인터페이스(116)를 통해 마이크로 프로세서(119)로 전달한다.

거리 측정부(112)는 로봇의 진행상태 등을 파악하기 위하여 전면 및 좌우 측면에 초음파 거리계를 장착하고 있으며, 이 초음파 거리계를 통해 좌, 우 및 전면의 거리를 측정한다. 즉, 거리 측정부(112)는 마이크로 프로세서(119)로부터 인터페이스(116)를 통해 거리 측정 명령이 전달되면, 현재 로봇의 좌, 우 및 전면의 거리를 측정하여 측정한 거리값을 인터페이스(116)를 통해 마이크로 프로세서(119)로 전달한다.

한편, 초음파의 수신단자는 초음파 음향방향 검출시에 이용되기도 한다.

동작방향 검출부(113)는 현재 로봇 몸체의 진행방향을 검출하기 위하여 전자 나침반을 장착하고 있으며, 이에 따라 마이크로 프로세서(119)의 요구가 있으면 전자 나침반을 통해 로봇의 주행이동에 따른 동작 방향을 검출한 다음, 검출한 동작 방향을 인터페이스(116)를 통해 마이크로 프로세서(119)로 전달한다.

그리고, 마이크로 프로세서(119)는 동작방향 검출부(113)에 의해 검출된 동작 방향 검출값을 램(117)과 롬(118)에 저장시킨 다음, 평면 구조를 분석시에 필요한 정보로 이용하거나 회전 및 주행시 방향 오류가 발생하는 경우 몸체교정 등에 매우 유용한 정보로 이용한다.

이와 같이, 전자 나침반을 탑재하여 로봇의 위치를 보다 정확히 파악함으로써, 직선거리로 주행할때에 지면의 형태에 따라 방향이 달라지거나 특정물체에 부딪혀 방향이 달라진 경우에 대하여 정해진 진행방향으로 갈 수 있도록 로봇의 주행방향을 수정할 수 있고, 또한 특정공간의 구조를 파악하는데 필요한 주행방향에 대한 정보를 주행거리와 함께 입력하여 공간의 평면 구조를 파악하고 원하는 위치로 이동할 수 있기

때문에, 로봇에게 방한과 같은 공간에서 청소를 시킬 수 있는 특징이 있다.

인체 감지부(114)는 마이크로 프로세서(119)의 지시를 받아 사람을 추적하거나 침입자를 감시하는데 주로 이용된다.

예를 들어, 마이크로 프로세서(119)가 인터페이스(116)를 통해 사람 추적 명령을 지시하면, 인체 감지부(114)는 로봇의 주변에 위치한 사람 등을 감지하여 감지 결과를 인터페이스(116)를 통해 마이크로 프로세서(119)로 전달한다.

또한, 마이크로 프로세서(119)가 주변의 침입자를 감시하도록 하는 감시 명령을 전달하면, 인체 감지부(114)는 주변에 침입자가 있는지를 감지한다. 이때, 침입자가 감지되면, 인체 감지부(114)는 감지한 침입자에 대한 감지 결과를 인터페이스(116)를 통해 마이크로 프로세서(119)로 전달한다.

무선원격 조정부(115)는 로봇의 동작 모드를 원격으로 조정하며, 로봇이 자체적으로 전원을 감지하여 필요에 따라 충전기 등에 내장된 음원발생 장치를 작동시켜 로봇이 찾아가서 자동으로 충전할 수 있도록 한다. 또한, 경비 모드가 되면, 무선원격 조정부(115)는 경비 장치 등을 원격으로 작동시키는데 이용된다.

램(117)과 롬(118)은 각각 마이크로 프로세서(119)로부터 전달된 로봇의 동작진행에 따른 데이터를 저장하고, 또한 음향 수신신호들 간의 위상차이 검출에 이용하기 위한 음향의 방향 각도에 대한 정보를 저장하고 있다. 음향방향 검출시 마이크로 프로세서(119)가 저장된 음향방향 각도 정보를 독출하여 사용하도록 한다. 여기서, 램(117)과 롬(118)에 저장되어 있는 음향방향 각도에 대한 정보는 실험적 검증을 통해 미리 계산된 것이다.

동작 제어부(120)는 마이크로 프로세서(119)의 제어를 받아 좌측 모터(121)와 우측 모터(122)의 회전수를 제어함으로써, 마이크로 프로세서(119)가 지시하는 방향으로 로봇이 진행하도록 제어한다.

한편, 전술한 초음파 거리 측정기, 전자 나침반, 인체 감지부 및 무선원격 조정부는 상용 제품을 이용한 것이다.

그리고, 음향방향 검출부(111)는 3개 이상의 수신 마이크로 수신되는 음향신호들의 시간(즉, 위상 임)차이를 계산하여 음향의 방향을 검출하는 것으로서, 본 발명에서는 2가지 종류를 사용하고 있는데, 한 가지는 약 4 내지 5m 거리 이상에서는 약 2.76KHz의 음원을 이용하고 4 내지 5m 거리이내에서는 40KHz의 초음파를 사용하고 있다. 다른 하나는, 초음파보다는 가시청내의 음원을 사용하는 것이 음향방향 검출하는 경우 시스템의 구현을 위해 경제적이지만, 음원에서 발생하는 "뽀-" 하는 소음과 주변의 계속적인 소음 등을 고려하여 4 내지 5m 이내의 거리에서는 초음파를 주로 사용하는 것이다.

그러나, 초음파는 상당한 지향성을 갖고 있기 때문에 음파의 방향이 잘못되었거나 10m이상의 거리에서는 음파의 전달이 제대로 되지않기 때문에 검출이 부정확하거나 불가능 한 경우에 대해서만 보다 안정적인 가시청내의 주파수를 사용하는 방식으로 2가지를 혼용해서 사용한다.

도 2는 본 발명에 따른 로봇의 수신 마이크로 수신되는 입력 신호의 타이밍도로서, 이를 참조하여 상기 도 1의 음향방향 검출부를 통해 음향 수신신호들 간의 위상차이를 검출하는 방법에 대하여 설명한다.

도 2를 참조하면, 설정된 주파수를 갖는 음향파형을 음원에서 출력하면 로봇의 수신부에서 마이크로들 간의 검출되는 최대 위상차이가 설정된 음향주기(T)의 1/2 이내가 되도록 마이크로들 간의 간격을 갖도록하여, 수신되는 신호의 설정 주파수가 안정되게 검출되는 시점에서 신호간 패턴차이(d)가 T/2 이내로 되면, 수신 신호의 도달순서와 일치된 검출신호로써 위상차를 d로 선택하며, T/2보다 크면 검출신호간의 신호도달 순서가 반전된 것으로 보고 T에서 d를 감산한 감산값(즉, "T-d" 임)을 위상차이로서 검출한다.

초음파는 정해진 만큼의 음원 패턴을 출력하고 수신하게 하는 것으로써, 일정 거리를 갖게끔 배치된 수신부에 도달하는 시간 차이는 파형갯수를 계수하여 검출함으로써, 음향방향을 판단할수 있지만 가시청 주파수를 사용하는 경우에 송신부에서 만들어진 파형대로 수신부에서 검출되지 않는다.

그리고, 음원발생을 위하여 스피커 등에 구형파와 음원패턴을 출력하면, 일정주기동안 같은 주파수의 파형이 이어지는 동안에는 같은 모양의 파형이 발생하지만 처음과 나중의 몇 개의 파형에 왜곡이 생기며, 중간에 주파수를 변화시켰을 때 이어지는 부분 등에도 왜곡이 생기는데, 10cm 정도의 거리를 두고 배치된

수신부에 들어오는 신호는 최대 위상차이 T가  $\frac{1}{3400} \text{ sec}$  (즉,  $\frac{10 \times 10^{-2}}{340} = \frac{1}{3400} \text{ sec}$  임)(단, 최대 위상차이는 2개의 수신 마이크로와 음원발생장치가 일직선으로 놓여진 경우임)로 되어, 3.4 KHz인 음원파형을 사용할때는 파형 한개의 주기 차이가 최대 위상차이가 되어 한 개의 파형이라도 잘못 검출되면 위상차가 잘못 계산된다.

물론, 어떤 파형에 대하여 전체적인 패턴 인식을 갖고 상당한 계산(예를들면 Co-relation, Co-variance)을 통하여 두 개 신호의 위상차를 검출할 수도 있지만, 이러한 방식은 디지털 신호 처리기(Digital Signal Processor)를 사용하는 고도의 정확성이 요구되어, 그 구현방법이 매우 어렵고 비경제적이라고 하겠다.

따라서, 본 발명에서는 이러한 음원의 패턴보다는 특정 주파수의 파형과 정해진 수신부의 거리를 이용하여 보다 안정적으로 음향방향을 검출하도록 하였다.

음향방향 검출은 먼저 특정 주파수의 파형갯수를 일정수 만큼 계속 출력하면, 스피커 출력파형이 안정화되며 안정화된 음향을 정해진 수만큼 검출된 상태에서 각각의 수신부에서 검출된 신호의 위상차를 검출한다.

위상차 검출은 각각의 마이크 수신부에 들어온 신호의 위상차이가 특정주파수 주기의 1/2 이내로 되게끔 수신 마이크의 위치를 배치하면, 검출된 두 신호의 위상차이의 기준점을 마련할 수가 있기 때문에 어느 신호가 먼저 들어 온것인지를 알수 있다.

즉, 도 3a에서와 같이 2개의 신호 파형을 조건없이 보면 어느것이 먼저 들어온 신호인지를 알수가 없지

단, 상기와 같은 가정하에서 검출된 신호 A와 신호 B를 보면 신호 A가 신호 B에 대하여 d만큼 먼저 들어온 신호임을 알 수 있다.

파형을 보는 방법은 2개 신호의 라이징 에지(Rising Edge)를 기준으로 그 차이 d1이 주기T의 1/2 이내의 경우는 보는 그대로 신호 A가 신호 B보다 d만큼의 빠른 신호임을 나타내며, 반대로 신호 B의 라이징 에지(Rising Edge)에서부터 신호 A의 라이징 에지(Rising Edge)까지의 위상차 d2를 보면 T/2보다 큰 경우가 되기 때문에 신호 B가 신호 A보다 T에서 d2를 감산한 감산값(즉, "T-d2" 임)만큼 늦은 신호임을 판단할 수 있게된다.

그러나, 실제로는 두 신호간의 최대 위상차이가 T/2근처가 되면, 오류 발생이 생기기 때문에 최대 위상차이가 대략 0.3T 내지 0.4T가 되도록 수신 마이크 간의 거리를 작게 하여야 한다.

도 3a는 정삼각형으로 배치된 수신 마이크와 음원 S와의 거리와 각도를 나타낸 것이다.

도 3b는 B, C 및 A, C 구간에서 일정거리를 유지하는 포물선의 궤적을 나타낸 것이다.

도 3c는 정삼각형으로 배치된 마이크에 신호가 도달되는 순서로 구분되는 6개의 음원방향의 영역을 나타낸 것이다.

도 3d는 정사각형으로 배치된 마이크에 신호가 도달되는 순서로 구분되는 8개의 음원방향의 영역을 나타낸 것이다.

이하에서는, 상기 도 2 및 도 3a 내지 도 3d를 참조하여 본 발명에 따른 음원방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 출전 기능을 갖는 로봇에 대하여 설명한다.

우선, 2.76KHz의 음원에 대하여 최대 위상차이가 T/2가 되는 수신 마이크 간의 거리 D는 다음 [수학식 1]과 같다.

$$D = 34000\text{cm/sec} \times T/2 = 6.16 \text{ cm}$$

여기서, T는 1/ 2760 sec이다.

본 발명에서는 T/2의 75% 이내로 위상차이를 갖도록 수신 마이크 간의 거리 D를 조정하였다.

$$D = 6.16 \times 0.75 = 4.62 \text{ cm}$$

따라서, 위상차이가 0.5T와 0.75를 승산한 0.375T 이내로 되어야 하며, 이렇게 검출된 위상차이가 몇개 패턴을 계속하여 변화가 없는 경우에 유효한 데이터로써 사용한다.

도 3a에서 보면, 마이크 A, B 및 C는 2W(단, 2W는 약 4.62cm 임) 떨어진 위치에 정삼각형으로 배치하고, S(Xs,Ys) 포인트는 음원 발생지점이라고 하면, La, Lb 및 Lc는 음원으로부터 마이크 A, B 및 C까지의 거리이다.

우선, 음원 S로부터 마이크 B 및 C까지 도달되는 음원을 대상으로 그 거리의 차이(즉, Lb에서 Lc를 감산한 거리임)가 d1이 되는 함수를 구하면 다음 [수학식 3] 내지 [수학식 5]와 같다.

$$Lb^2 = (X+W)^2 + Y^2 = X^2 + W^2 + Y^2 + 2WX$$

$$Lc^2 = (X-W)^2 + Y^2 = X^2 + W^2 + Y^2 - 2WX$$

$$Lb - Lc = d_1$$

상기 [수학식 5]의 양변을 제곱하여 정리하면, 다음 [수학식 6]이 된다.

$$2Lb \times Lc = Lb^2 + Lc^2 - d_1^2$$

상기 [수학식 3]과 [수학식 4]를 합하면, 다음 [수학식 7]이 된다.

$$Lb^2 + Lc^2 = 2(X^2 + W^2 + Y^2)$$

상기 [수학식 3]에서 [수학식 4]를 빼면, 다음 [수학식 8]과 [수학식 9]가 된다.

$$Lb^2 - Lc^2 = (Lb+Lc)(Lb-Lc) = (Lb+Lc)d_1 = 4WX$$

$$Lb + Lc = 4WX/d_1$$

상기 [수학식 9]의 양변을 제곱하면, 다음 [수학식 10]이 된다.

$$Lb^2 + Lc^2 + 2Lb \times Lc = (4WX/d_1)^2$$

상기 [수학식 10]에 상기 [수학식 6]을 대입하면, 다음 [수학식 11]이 된다.

$$2(Lb^2 + Lc^2) - d_1^2 = (4WX/d_1)^2$$

상기 [수학식 11]에 상기 [수학식 7]을 대입하면, 다음 [수학식 12]가 된다.

$$4(X^2 + W^2 + Y^2) - d_1^2 = (4WX/d)^2$$

상기 [수학식 12]를 4로 나눈 다음,  $Y^2$  항을 기준으로 정리하면, 다음 [수학식 13]이 된다.

$$Y^2 = m1 \times X^2 - m2$$

여기서,  $m1$ ,  $m2$  및  $k1$ 은 각각 다음 [수학식 14], [수학식 15] 및 [수학식 16]이 된다.

$$m1 = (1/k1)^2 - 1$$

$$m2 = (m1 \times d_1^2)/4$$

$$k1 = d_1/2W < 1$$

다음은, 음원 S로부터 마이크 A 및 C까지 도달되는 음원을 대상으로 그 거리의 차이  $d_2$ 가 되는 함수를 구하면 다음 [수학식 17] 내지 [수학식 19]와 같이 된다.

$$La^2 = X^2 + (Y-H)^2 = X^2 + Y^2 + H^2 - 2HY$$

$$Lc^2 = (X-W)^2 + Y^2 = X^2 + Y^2 + W^2 - 2WX$$

$$Lc - La = d_2$$

상기 [수학식 19]의 양변을 제곱하면, 다음 [수학식 20] 및 [수학식 21]이 된다.

$$La^2 + Lc^2 - 2La \times Lc = d_2^2$$

$$2La \times Lc = La^2 + Lc^2 - d_2^2$$

상기 [수학식 17]과 [수학식 18]을 합하면, 다음 [수학식 22]가 된다.

$$La^2 + Lc^2 = 2(X^2 + Y^2) + H^2 - 2HY + W^2 - 2WX$$

상기 [수학식 18]에서 상기 [수학식 17]을 뺀 다음, 다시 상기 [수학식 5]를 대입하면, 다음 [수학식 23]을 대입하면 다음 [수학식 24] 및 [수학식 25]가 된다.

$$Lc^2 - La^2 = (Lc+La)(Lc-La) = (Lc+La)d_2 = W^2 - 2WX - H^2 + 2HY$$

$$Lc + La = (W^2 - 2WX - H^2 + 2HY)/d_2$$

상기 [수학식 22]의 양변을 제곱하면, 다음 [수학식 25]가 된다.

$$La^2 + Lc^2 + 2La \times Lc = [(W^2 - 2WX - H^2 + 2HY)/d_2]^2$$

상기 [수학식 25]에 상기 [수학식 21]을 대입하면, 다음 [수학식 26]이 된다.

$$2(La^2 + Lc^2) - d_2^2 = [(W^2 - 2WX - H^2 + 2HY)/d_2]^2$$

상기 [수학식 26]에 상기 [수학식 21]을 대입하면, 다음 [수학식 27]이 된다.

$$2[2(X^2 + Y^2) + H^2 - 2HY + W^2 - 2WX] - d_2^2 = [(W^2 - 2WX - H^2 + 2HY)/d_2]^2$$

여기서,  $H$ 를  $\sqrt{3}$ 으로 설정하고,  $Y^2$  항을 기준으로 정리하면, 다음 [수학식 28]이 된다.

$$(3W^2 - d_2^2)Y^2 + W(\sqrt{3}X d_2^2 - 2W^2 - 2WX)Y + (W^2 - d_2^2)X^2 + W(2W^2 + d_2^2)X + W^4 - 2W^2X d_2^2 + (d_2^4)/4 = 0$$

상기 [수학식 28]의 양변을  $3W^2$ 에서  $d_2^2$ 를 뺀 감산값으로 나눈 후, 다음 [수학식 29]를 대입하면, 하기 [수학식 30]이 된다.

$$k2 = d_2/2W$$

$$Y^2 + (b(X) \times Y) + c(X) = 0$$

여기서,  $b(X)$  및  $c(X)$ 는 각각 다음 [수학식 31] 및 [수학식 32]와 같다.

$$b(X) = (W\sqrt{3} (4(k2)^2 - 2) - 2\sqrt{3}X)/a$$

$$c(X) = (1 - 4(k2)^2)X^2 + 2W(1 + 2(k2)^2)X + W^2(1 - 8(k2)^2 + 4(k2)^4)/a$$

여기서,  $a$ 는 다음 [수학식 33]과 같다.

$$a = 3 - 4(k2)^2$$

즉, 상기 [수학식 13]의 포물선이 -60도 회전하여 ( $W/2$ ,  $\sqrt{3}W/2$ )만큼 수직 이동한 것으로써, 다음 [수학식

34]를 이용하여 포물선의 궤적을 구할 수 있다.

$$Y = (-b(X) \pm \sqrt{b(X)^2 - 4c(X)})/2$$

도 3b는 본 발명에 따른 로봇에 대한 설명도로서, B와 C 간을 통과하는 다음 [수학식 35]가 되는 포물선 형태의 궤적과 A 및 C간을 통과하는 다음 [수학식 36]이 되는 포물선 형태의 궤적을 나타낸 것이다.

$$Lb - Lc = d_1$$

$$b(X) = (W\sqrt{3} (4(k2)^2 - 2) - 2\sqrt{3}X)/a = -b1 - b2 \times X$$

$$b1 = 2W\sqrt{3} (1 - 2(k2)^2)/a$$

$$b2 = (2\sqrt{3})/a$$

$$c(X) = (1 - 4(k2)^2)X^2 + 2W(1 + 2(k2)^2)X + W^2(1 - 8(k2)^2 + 4(k2)^4)/a$$

$$= c1 X^2 + c2X + c3$$

$$c1 = (1 - 4(k2)^2)/a$$

$$c2 = 2W(1 + 2(k2)^2)/a$$

$$c3 = W^2(1 - 8(k2)^2 + 4(k2)^4)/a$$

따라서, 상기 [수학식 30]은 다음 [수학식 44]와 같이 된다.

$$Y^2 = (b1 \times Y) + (b2 \times X \times Y) - c1 \times X^2 - (c2 \times X) - c3$$

다음은, 음원 S로부터 마이크 A 및 B까지 도달되는 음원을 대상으로 그 거리의 차이 d3이 다음 [수학식 47]이 되는 함수를 다음 [수학식 45] 내지 [수학식 46]을 이용하여 구하면 다음과 같다.

$$La^2 = X^2 + (Y - H)^2 = X^2 + Y^2 + H^2 - 2HY$$

$$Lb^2 = (X + W)^2 + Y^2 = X^2 + Y^2 + W^2 + 2WX$$

$$Lb - La = d_3$$

상기 [수학식 45] 내지 [수학식 47]을 전술한 [수학식 17] 내지 [수학식 44]와 같은 전개 과정을 거치고 나면 다음 [수학식 48]이 유도된다.

$$Y^2 + f(X) \times Y + g(X) = 0$$

상기 [수학식 48]에서 복잡성을 줄이기 위해 변수를 다음 [수학식 49] 및 [수학식 50]과 같이 다시 정하면, f(X)는 다음 [수학식 51]과 같이 된다.

$$k3 = d_3 / 2W$$

$$a2 = 3 - 4(k3)^2$$

$$f(X) = (W\sqrt{3} (4(k3)^2 - 2) + 2\sqrt{3}X)/a2 = -b3 + (b4 \times X)$$

그리고, 변수를 다음 [수학식 52] 및 [수학식 53]과 같이 다시 정하면, g(X)는 다음 [수학식 54]와 같이 된다.

$$b3 = 2W\sqrt{3} (1 - 2(k3)^2)/a2$$

$$b4 = 2\sqrt{3}/a2$$

$$g(X) = (1 - 4(k3)^2)X^2 - 2W(1 + 2(k3)^2)X + W^2(1 - 8(k3)^2 + 4(k3)^4)/a2$$

$$= (c4 \times X^2) - (c5 \times X) + c6$$

또한, 상기 [수학식 54]에서 변수들을 다음 [수학식 55] 내지 [수학식 56]과 같이 정의하면, 상기 [수학식 48]은 다음 [수학식 58]과 같이 된다.

$$c4 = (1 - 4(k3)^2)/a2$$

$$c5 = 2W(1 + 2(k3)^2)/a2$$

$$c6 = W^2(1 - 8(k3)^2 + 4(k3)^4)/a2$$



$$Y^2 = (b3 \times Y) - (b4 \times XY) - (c4 \times X^2) + (c5 \times X) - c6$$

상기 [수학식 13], [수학식 44] 및 [수학식 48]을 모두 만족하는 교차점을 S(Xs, Ys)로 하면 다음 [수학식 59] 내지 [수학식 61]와 같이 된다.

$$Ys^2 = (m1 \times Xs^2) - m2$$

$$Ys^2 = (b1 \times Ys) + (b2 \times Xs \times Ys) - (c1 \times Xs^2) - (c2 \times Xs) - c3$$

$$Ys^2 = (b3 \times Ys) - (b4 \times Xs \times Ys) - (c4 \times Xs^2) + (c5 \times Xs) - c6$$

상기 [수학식 59]를 상기 [수학식 60] 및 [수학식 61]에 대입하여 Ys를 구하면, 다음 [수학식 62] 및 [수학식 63]과 같이 된다.

$$Ys = \frac{(m1 + c1)Xs^2 - c2Xs + (c3 - m2)}{b1 + b2Xs}$$

$$Ys = \frac{(m1 + c1)Xs^2 - c5Xs + (c6 - m2)}{b3 - b4Xs}$$

상기 [수학식 62]를 상기 [수학식 63]에 대입하여 Xs를 구하면, 다음 [수학식 64]와 같이 된다.

$$pXs^3 + qXs^2 + rXs + s = 0$$

여기서, p, q, r 및 s는 각각 다음 [수학식 65] 내지 [수학식 68]과 같다.

$$p = (b2 \times m1) + (b4 \times m1) + (b2 \times c4) + (b4 \times c1)$$

$$q = (b1 \times m1) - (b3 \times m1) + (b1 \times c4) + (b4 \times c2) - (b2 \times c5) - (b3 \times c1)$$

$$r = -(b2 \times m2) - (b4 \times m2) + (b2 \times c6) + (b4 \times c3) - (b1 \times c5) - (b3 \times c2)$$

$$s = -(b1 \times m2) + (b3 \times m2) + (b1 \times c6) - (b3 \times c3)$$

이때, Xs를 다음 [수학식 69]와 같이 정의하면, 상기 [수학식 64]는 다음 [수학식 70]과 같이 된다.

$$Xs = X + \frac{q}{3p}$$

$$X^3 + 3PX + 2Q = 0$$

여기서, P 및 Q는 각각 다음 [수학식 71] 및 [수학식 72]와 같다.

$$P = -\left(\frac{q}{3p}\right)^2 + \frac{r}{p}$$

$$Q = \left(\frac{q}{3p}\right)^3 - \frac{1}{6} \frac{qr}{p^2} + \frac{s}{p}$$

여기서, P와 Q가 다음 [수학식 73]과 같은 관계를 가질 때, 다음과 같은 조건들이 성립한다.

$$D = Q^2 + P^3$$

D가 '0'보다 작으면 3개의 서로 다른 실근을 갖고, D가 '0'과 같으면 세 개의 실근 적어도 2개는 등근을

갖으며, 0가 '0'보다 크면 한 개는 실근 두 개는 허근을 갖는다.

그리고, 실근만이 실제 시스템 구현에서 필요하므로 0가 '0'보다 클 경우, 다음 [수학식 74] 및 [수학식 75]와 같은 조건들이 성립하면,  $X_s$ 와  $Y_s$ 는 각각 다음 [수학식 76] 및 [수학식 77]과 같이 된다.

$$u = \sqrt{-Q + \sqrt{D}}$$

$$v = \sqrt{-Q - \sqrt{D}}$$

$$X_s = u + v$$

$$Y_s = \sqrt{m1 X_s^2 - m2}$$

그리고, 0가 '0'보다 작거나 같을 경우, 다음 [수학식 78]과 같이 정의하면, 다음 [수학식 79] 내지 [수학식 84]와 같은 근들이 구해진다.

$$\cos \phi = \frac{-Q}{\sqrt{-P^2}}$$

$$X_{s1} = 2\sqrt{-P} \cos \frac{\phi}{3} - \frac{Q}{3P}$$

$$Y_{s1} = \sqrt{m1 X_{s1}^2 - m2}$$

$$X_{s2} = -2\sqrt{-P} \cos \left( \frac{\phi}{3} + \frac{\pi}{3} \right) - \frac{Q}{3P}$$

$$Y_{s2} = \sqrt{m1 X_{s2}^2 - m2}$$

$$X_{s3} = -2\sqrt{-P} \cos \left( \frac{\phi}{3} - \frac{\pi}{3} \right) - \frac{Q}{3P}$$

$$Y_{s3} = \sqrt{m1 X_{s3}^2 - m2}$$

이와 같은, 3개의 근중 도 3c에 도시된 영역1(즉, A→C→B 임)에 해당되는 근만을 선택한다.

예를 들어,  $k1=0.6875$ ,  $k2=0.2500$ ,  $k3=0.9375$  및  $2\pi=4.62$  일 때,  $X=13.70$  및  $Y=14.36$ 이다.

따라서, 삼각형 중심인 W에서 본 음원까지의 각도는 43.5도이다.

$$\tan \Theta = (Y - 1.732W)/X$$

상기 [수학식 85]는 음원이 도달한 시간(즉, 위상)차이가 A점을 도달한후 C, B 순으로 도달한 것을 가정하여 나타낸 것으로 각 마이크의 도달한 순서만으로도 6개 방향을 도 3d에 나타내었으며, 위상 순서에 따라 영역을 정하고 위상이 A, C 및 B의 순서로 작아진다고 가정하여, 상기 [수학식 32]를 통하여  $\Theta$ 값을 구하고 다음 <표 1>을 통하여 영역별에 따른 음원에 대한 방향 각도를 구한다.

[표 1]

음원이 마이크에 도달한 순서	중심 W를 기준으로 본 음원까지의 각도
A, C, B	$\Theta$
A, B, C	$180 - \Theta$
C, B, A	$120 + \Theta$
C, A, B	$60 - \Theta$
B, C, A	$-240 + \Theta$
B, A, C	$-60 - \Theta$

상기 <표 1>은 각각의 마이크에 도달한 순서에 따른 영역에서의 음향방향 각도를 나타낸 것이다.

실제 구현은 유효 위상차 구간인 0.375T를 16구간으로 나누어 계산한 값을 각각의 신호에 대하여 음향방향 각도를 구하여 모두 램(117)과 롬(118)에 3차원 테이블 형태로 저장하고, 입력된 신호의 마이크간 위상차를 16구간 중 가장 근사한 값으로 정한것을 인덱스로 하여, 테이블에서 방향각도를 참조하여 음원방향을 검출하게 한다.

만일, 마이크를 정사각형으로 배치하는 경우는 위상차 순서에 따른 구역이 8개로 나누어 진다.

그리고, 실제 구현시에는 위상차 자체의 약간의 오류를 감안하면, 위상차 근사값을 이용하여 미리 계산 저장된 테이블 값으로 방향각도를 구하므로 수식의 복잡성은 중요하지는 않다.

또한, 수신 마이크 3개를 사용하는 것보다 4개를 사용하는 것이 조금더 정확할 수 있지만, 아주 근소한 차이이기 때문에 5개 이상의 수신 마이크를 사용하여 입력신호 간의 위상차에 따른 음원방향각도 검출은 경제적이지 못하다.

마이크로 프로세서(119)를 사용하지 않고 마이크 8개 정도를 배치하여 음향도달순서만으로 16개 영역을 구분하는 방법을 사용할 수도 있지만 정확도가 떨어지고 다수의 마이크를 사용하는 면에서는 경제적이지 못하다.

도 4a는 상기 도 1의 음향방향 검출부내의 음향 위상차 검출기의 일실시에 구성도로서, 대역통과필터를 갖는 증폭 및 필터링기(411)와, 음향패턴주기 안정구간 검출기(412)와, 신호간 위상차 검출기(413)를 구비한다.

이와 같은 구조를 갖는 상기 음향 위상차 검출기의 동작에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

음향패턴의 안정구간 검출기(412)에서는 증폭 및 필터링기(411)에 의해 증폭된 신호의 주기가 설정된 파형주기와 일치하는가를 검출하여, 정해진 수만큼 계속되면 음향패턴이 안정적으로 들어오는 것으로 판단한다. 여기서, 증폭 및 필터링기(411)는 수신 마이크(414)를 통해 입력된 신호를 구형파로 증폭하여 잡음을 제거한다.

이와 같이, 음향패턴이 안정적으로 들어오는 것으로 판단되면, 음향신호 위상차 검출기(413)는 증폭 및 필터링기(411)로부터 전달된 신호 간의 위상차이를 검출하여, 검출한 위상차이 값을 인터페이스(116)를 통해 검출된 마이크로 프로세서(119)로 전달한다.

이때, 음향신호 위상차 검출기(413)는 음향패턴주기 안정구간 검출기(412)에 의해 검출된 음향패턴주기 안정구간을 입력받아 인터럽트를 발생하여 마이크로 프로세서(119)로 전달하는데, 마이크로 프로세서(119)는 이렇게 전달된 인터럽트가 지정하는 시간에 검출된 위상차를 독출한다.

도 4b는 상기 도 1의 음향방향 검출부내의 음향 위상차 검출기의 다른 실시예 구성도로서, 3개의 수신 마이크(421 내지 423)가 부착된 경우를 나타낸 것이다.

도 4b에서 처럼, 3개의 수신 마이크(421 내지 423)가 부착된 경우, 도 4a에서와 마찬가지로 음향패턴주기 안정구간 검출기(424) 및 신호간 위상차 검출기(425)를 구비하면서, 대역통과필터를 갖는 3개의 증폭 및 필터링기(426 내지 427)를 포함하여 이루어진다.

이와 같이, 3개의 수신 마이크가 부착된 경우의 상기 음향 위상차 검출기에 대한 동작을 설명하면 다음과 같다.

증폭 및 필터링기(426 내지 428)들은 각각 수신 마이크(421 내지 422)들을 통하여 입력된 신호를 증폭하여 구형파로 만든다.

이때, 증폭 및 필터링기(424)의 출력신호는 음향패턴주기 안정구간 검출기(424)와 신호간 위상차 검출기(425)로 전달되고, 증폭 및 필터링기(425, 426)들의 출력신호는 음향신호 위상차 검출기(425)로 전달된다.

그리고, 음향패턴 안정구간 검출기(424)를 통하여 음향패턴이 안정적으로 들어오는 것으로 판단될 때부터, 음향신호 위상차 검출기(425)는 증폭 및 필터링기(426 내지 428)들로부터 전달된 신호간의 위상차이를 검출하여 마이크로 프로세서(119)로 전달되도록 출력한다.

한편, 음향신호 위상차 검출기(425)는 음향패턴주기 안정구간 검출기(412)에 의해 검출된 음향패턴주기 안정구간을 입력받아 인터럽트 INT1, INT2 및 INT3을 발생하여 마이크로 프로세서(119)로 전달한다. 이렇게, 발생된 인터럽트 INT1, INT2 및 INT3이 지정하는 시간에 따라, 마이크로 프로세서(119)는 음향신호 위상차 검출기(425)에 의해 검출된 위상차를 독출한다.

도 5a는 상기 도 4a 및 도 4b의 음향음향신호 위상차 검출기의 일실시에 회로도이다.

도 5a에 도시된 바와 같이, 상기 음향음향신호 위상차 검출기는, 신호 A와 신호 B 간의 위상차를 검출하기 위한 위상차 검출기(510)와, 신호 A를 입력받아 상기 위상차 검출기(510)를 클리어시키기 위한 클리어 신호를 발생하는 클리어신호 발생기(520)와, 클리어신호 발생기(520)로부터 전달된 주기 신호, 음향패턴주기 안정구간 검출기(412)로부터 출력된 파형안정구간 검출신호 Ss 및 신호 A를 입력받아 인터럽트(INT1)를 발생하여 위상차 검출기(510)에 의해 검출된 위상차 검출값이 마이크로프로세서(119)로 전달되는 시간을 결정하는 인터럽트 발생기(530)를 구비한다.

위상차 검출기(510)는, 전원전압(Vcc), 신호 A 및 신호 B를 각각 입력단자(0), 클럭단자 및 클리어단자(CLR)를 통해 입력받는 D-플립플롭(511)과, 클럭 CK2를 제 1 입력단을 통해 입력받고 제 2 입력단이 D-플립플롭(511)의 출력단자(Q1)에 연결된 논리곱게이트(512)와, 클럭단자 및 클리어단자(CLR)가 각각 논리곱게이트(512)의 출력단과 클리어신호 발생기(520)의 출력단에 연결된 카운터(513)로 구성된다.

클리어신호 발생기(520)는, 신호 A를 클럭단자를 통해 입력받고, 출력단자(Q2)가 논리곱게이트(512)의 제 3 입력단에 연결되며, 입력단자(D)와 반전출력단자(/Q)가 연결된 D-플립플롭(521)과, 신호 A를 반전시키기 위한 인버터(522)와, 제 1 및 제 2 입력단이 각각 D-플립플롭(521)의 반전출력단자(/Q2) 및 인버터(522)의 출력단에 연결되고 출력단이 카운터(513)의 클리어단자(CLR)에 연결된 논리곱게이트(523)로 이루어진다.

인터럽트 발생기(530)는 제 1 입력단이 D-플립플롭(521)의 반전출력단자(/Q2)에 연결되고, 신호 A와 파형 안정기간 검출신호 Ss를 각각 제 2 및 제 3 입력단을 통해 신호 A를 입력받고, 출력단이 인터페이스(116)에 연결된 논리곱게이트(531)로 구성된다.

도 5b는 상기 도 5a에 도시된 음향음향신호 위상차 검출기의 동작 타이밍도로서, 이를 참조하여 상기 음향음향신호 위상차 검출기의 동작에 대하여 상세하게 설명한다.

D-플립플롭(521)의 출력단자(Q2)를 통해 출력된 신호 Q2는 D-플립플롭(511)의 클럭단자로 입력된 신호 A의 2배 주기를 갖으며, 신호 Q2가 "1"인 하이 레벨(High-Level)에서는 위상차를 검출하여 계수하고, 신호 Q2가 "0"인 로우 레벨(Low-Level) 동안에는 마이크로프로세서(119)가 위상차의 계수값을 읽어들이도록 인터럽트 INT1을 발생한다. 즉, 인터럽트 발생기(530)의 논리곱게이트(531)로부터 출력되는 인터럽트 INT1이 "1"레벨로 있는 동안에만, 마이크로프로세서(119)가 카운터(513)의 위상차 계수값을 읽어들이도록 한다.

그리고, 논리곱게이트(522)로부터 출력되는 클리어신호의 라이징 구간에서 카운터(513)를 클리어시키고, 클리어시킨 다음 출력되는 신호 Q2의 주기에서 위상차를 검출하여 계수하도록 한다.

여기서, 신호 Q2가 "0"이면 논리곱게이트(512)의 출력신호가 "0"으로 되므로, 카운터(510)는 카운팅동작을 수행하지 않게된다.

신호 A의 라이징 에지 구간에서부터 신호 B의 라이징 에지 구간까지, D-플립플롭(511)은 출력단자(Q1)를 통해 출력되는 신호 Q1은 "1"로 되는데, 이 기간동안 카운터(513)는 클럭 CK2에 의해 계수된다.

이렇게, 카운터(513)에 의해 계수된 값은 인터럽트 INT1의 라이징 에지 구간에서 마이크로프로세서(119)로 전달되는데, 즉 클리어신호가 "1"이 되어 카운터(513)를 클리어시킬 때까지는 마이크로프로세서(119)가 카운터(513)의 위상차 계수값을 읽어들이도록 한다.

전술한 바와 같은 원리를 통해, 신호 B 및 신호 C 간의 위상차를 검출하고, 또한 신호 C 및 신호 A 간의 위상차를 검출한다.

한편, 클럭 CK2는 최대 위상차가 2.76kHz로 음원파형 주기 T의 0.375에 해당되는 기간을 16등분 할수 있는 클럭이기 때문에, 여기서는 117.76kHz의 주파수를 갖는 구형파 클럭이다.

도 6a는 상기 도 4a 및 도 4b의 음향패턴주기 안정기간 검출기의 일 실시예 회로도이다.

도 6a에 도시된 바와 같이, 상기 음향패턴주기 안정기간 검출기는, 입력신호의 라이징 에지(Rising Edge)와 폴링 에지(Falling Edge)를 검출하여 검출한 라이징 에지와 폴링 에지로 이루어진 펄스 파형을 출력하는 에지 검출기(610)와, 외부로부터 미리 설정되어 입력되는 클럭 CK1에 따라 에지 검출기(610)로부터 출력되는 펄스 사이의 간격을 계수하는 신호간격 계수기(620)와, 에지 검출부(610)로부터 전달된 펄스 파형에 따라 신호간격 계수기(620)의 계수값을 입력받아 입력신호가 미리 설정된 주기를 갖고 있는지를 검출하는 설정주기 검출기(630)와, 클럭 CK1에 따라 설정주기 검출기(630)로부터 전달된 설정주기 검출값을 이용해, 미리 설정된 주기를 갖는 입력신호가 계속적으로 입력되는지를 확인하여 패턴주기 안정기간을 검출하는 안정기간 검출기(640)와, 클럭 CK1에 따라 에지 검출부(610)로부터 전달된 펄스 파형을 입력받아 일정기간 동안 설정주기를 갖는 입력신호가 입력되는지를 확인하여, 안정기간 검출기(640)로부터 출력되는 안정기간 검출신호를 클리어(Clear)시키기 위한 클리어 신호를 설정주기 검출기(630)로 제공하는 클리어신호 발생기(650)를 구비한다.

에지 검출기(610)는, 입력신호를 반전하기 위한 인버터(611)와, 클럭단자를 통해 입력된 인버터(611)의 출력신호의 주기를 변환하여 출력하는 D-플립플롭(612)과, D-플립플롭(612)의 출력신호를 지연시키기 위하여 직렬 연결된 인버터(613, 614)들과, D-플립플롭(612)의 출력신호와 인버터(614)의 출력신호를 배타적부정논리합하기 위한 배타적부정논리합게이트(615)로 구성된다.

신호간격 계수기(620)는, 에지 검출기(610)의 배타적부정논리합게이트(615)로부터 출력된 신호를 지연시키기 위하여 직렬 연결된 인버터(621, 622)들과, 클리어단자(CLR)가 인버터(622)의 출력단에 연결되고 클럭단자로 입력되는 신호를 계수하여 계수 결과를 출력단자(Q2, Q4)들을 통해 출력하는 계수기(623)와, 계수기(623)의 출력단자(Q2, Q4)들을 통해 출력된 신호들을 논리곱하기 위한 논리곱게이트(624)와, 논리곱게이트(624)의 출력신호를 반전시키기 위한 인버터(625)와, 클럭 CK1과 인버터(625)의 출력신호를 논리곱하여 논리곱한 클럭을 계수기(623)의 클럭단자로 출력하는 논리곱게이트(626)와, 계수기(623)의 출력단자(Q4)를 통해 출력된 신호와 인버터(625)의 출력신호를 논리곱하여 설정주기 검출기(630)로 출력하는 논리곱게이트(627)로 이루어진다.

설정주기 검출기(630)는 클럭단자가 에지 검출기(610)의 배타적부정논리합게이트(615)의 출력단에 연결되고, 입력단자(D)가 신호간격 계수기(620)의 논리곱게이트(617)의 출력단에 연결되며, 클리어단자(CLR)가 클리어신호 발생기(650)의 출력단에 연결되고, 출력단자(/Q, Q)들이 안정기간 검출기(640)에 연결된 D-플립플롭(631)으로 구성된다.

안정기간 검출기(640)는, 클리어단자(CLR)가 D-플립플롭(631)의 출력단자(/Q)에 연결되고 클럭단자를 통해 입력되는 신호를 계수하여 계수 결과를 출력단자(Q2, Q8)들을 통해 출력하는 계수기(641)와, 계수기(641)의 출력단자(Q2, Q8)들을 통해 출력된 신호들을 논리곱하기 위한 논리곱게이트(642)와, 논리곱게이트(642)의 출력신호를 반전하기 위한 인버터(643)와, D-플립플롭(631)의 출력단자(Q)를 통해 출력된 신호, 클럭 CK1 및 인버터(643)의 출력신호를 논리곱하여 논리곱 값을 계수기(641)의 클럭단자로 출력

하는 논리곱게이트(644)를 포함하여 이루어진다.

클리어신호 발생기(650)는, 클럭단자를 통해 입력된 클럭 CK1을 계수하여 출력단자(Q3, Q4)를 통해 출력하는 계수기(651)와, 계수기(651)의 출력단자(Q3, Q4)들을 통해 출력된 신호들을 논리곱하여 D-플립플롭(631)의 클리어단자(CLR)로 출력하는 논리곱게이트(652)와, 논리곱게이트(652)의 출력신호와 배타적부정논리합게이트(615)의 출력신호를 논리합하여 계수기(651)의 클리어단자(CLR)로 출력하는 논리합게이트(653)로 구성된다.

도 6b는 상기 도 6a의 음향패턴주기 안정구간 검출기에 대한 동작 타이밍도로서, 이를 참조하여 상기 도 6a에 도시된 음향패턴주기 안정구간 검출기의 동작에 대하여 상세하게 설명한다.

도 6b에서, 신호 P1은 인버터(611)의 출력신호, 신호 P2는 D-플립플롭(612)의 출력신호, 신호 P3은 배타적부정논리합게이트(615)의 출력신호, 그리고 신호 P4는 논리곱게이트(617)의 출력신호이다.

예지 검출기(610)에서 구형파 신호인 신호 P1을 D-플립플롭(612)의 클럭단자에 입력하면, 입력신호의 주파수가 1/2로 되는 구형파 신호로 변환된다.

이때, 입력신호의 온/오프(ON/OFF) 주기 비율이 같지 않더라도 주기가 일정하면, D-플립플롭(612)으로부터 출력된 신호 P2는 온/오프 주기가 일정하게 된다.

이렇게, D-플립플롭(612)으로부터 출력된 신호를 인버터(613, 614)들을 통해 지연시킨 다음, D-플립플롭(612)으로부터 직접 배타적부정논리합게이트(615)로 전달된 신호와 인버터(613, 614)들을 통해 지연된 신호를 배타적부정논리합하면, 입력신호의 라이징 에지와 폴링 에지에서 펄스 형태의 신호 P3을 출력하게 된다.

클럭 CK1은 미리 설정된 입력신호가 갖는 주기의 약 8.5 내지 9배의 주기를 갖는 구형파 클럭으로써, D-플립플롭(631)과 계수기(641, 651)들의 클럭단자로 전달된다.

인버터(621)는 D-플립플롭(631)의 클럭단자로 전달되는 신호 P3에 의해 D-플립플롭(631)의 입력단자(D)로 입력되는 신호 P4가 셋(Set)되기 때문에, 계수기(623), 인버터(625) 및 논리곱게이트(624, 627)들에 의해 일어나는 신호 P4의 지연시간을 약간 보상 준다.

계수기(623)는 클럭 CK1의 클럭 갯수가 8개 이상 들어오면 출력단자(Q4)를 통해 "1"을 출력하고, 신호 P4의 라이징 에지인 클럭 CK1의 클럭 갯수가 10개 이상부터는 출력단자(Q2, Q4)를 통해 "1"을 출력한다.

이렇게, 계수기(623)가 "1"을 출력하게 되면, 인버터(625)의 출력신호 "0"이 되고, 이에 따라 논리곱게이트(626)의 출력신호도 "0"이 된다. 이와 같이, 논리곱게이트(626)의 출력신호가 "0"이 되면, 계수기(623)는 더 이상 클럭을 계수하지 않게 되고, 또한 논리곱게이트(627)로부터 출력되는 신호 P4도 "0" (즉, 신호 P4의 폴링 에지가 되는 것임)으로 된다.

따라서, 입력신호의 매 주기의 신호 P3에서 신호 P4가 "1"로 되어 있는 동안에는 D-플립플롭(631)의 출력단자(Q)는 "1"로 셋(SET)된다. 즉, 입력신호의 주기내에 클럭 CK1의 갯수가 8 내지 9개만 들어오면 D-플립플롭(631)의 출력단자(Q)는 "1"로 유지된다. 만일, 8개의 클럭이 안되거나 10개 이상의 클럭이 들어오면 출력단자(Q)는 "0"이 되며 설정된 주기를 갖는 입력신호가 계속들어오면 "1"로 유지된다.

그리고, D-플립플롭(631)의 출력단자(Q)가 "1"이면, 논리곱게이트(642)로부터 출력되는 파형안정구간 검출신호 Ss는 "1"의 값을 유지한다. 이때, 카운터(651)는 클럭 CK1의 클럭이 12개가 계수될 때까지 D-플립플롭(631)의 클럭이 들어오지 않으면, D-플립플롭(631)을 클리어(Clear)시킨다. 즉, D-플립플롭(631)의 출력파형이 클럭에 의해 셋되지 않고 계속 같은 값을 갖게 되는 것을 방지하기 위한 것이다.

여기서, 클럭 CK1은 가시청 음향 2.76kHz를 사용할때는 주파수가 23.46kHz가 되는 구형파 클럭이고, 40kHz의 초음파를 사용시에는 340kHz의 구형파 클럭을 사용하게 된다.

도 7은 상기 도 1의 음향방향 검출부내의 초음파 음향 위상차 검출기의 일실시에 구성도로서, 대역통과필터를 갖는 증폭 및 필터링기(711 내지 713)들과, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들과, 초음파 음향 위상차 검출기(717)를 구비한다.

여기서는, 3개의 초음파 수신 마이크(701 내지 703)들을 통해 초음파를 수신하는 경우에 대한 상기 초음파 음향 위상차 검출기의 구성을 나타낸 것이다.

특히, 초음파의 경우 각 신호마다 음향패턴주기 안정구간 검출기가 장착되어 있고 신호간 위상차 검출시 파형을 계수하는 카운터를 사용하는 것 이외에, 전체적인 동작 원리는 상기 도 4a 및 도 4b에 도시된 음향 위상차 검출기와 동일하다.

한편, 증폭 및 필터링기(711 내지 713)들은 상용 제품으로 가시청 음향일때는 대역통과필터가 포함되고 대역통과필터의 출력단에 하나의 증폭회로가 더 장착되어 구형파의 출력신호를 출력하도록 하였다.

또한, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들은 각각 상기 도 6a에서 설명된 음향패턴주기 안정구간 검출기와 동일한 구성 및 동작을 갖는다. 여기서, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들에 사용되는 클럭 주파수는 서로 다르다.

이와 같은 구조를 갖는 상기 음향 위상차 검출기의 동작에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

초음파 수신 마이크(701 내지 703)들을 통하여 입력된 초음파 신호들은 각각 증폭 및 필터링기(711 내지 713)들을 통해 증폭된 후 필터링 과정을 통해 잡음이 제거된 후, 초음파 음향 위상차 검출기(717)와 해당되는 상기 음향패턴주기 안정구간 검출기로 전달된다.

이렇게, 증폭 및 필터링된 신호를 이용하여 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들은 각각 초음파 신호의 음향패턴주기가 안정적으로 수신되는지 여부를 확인하게 되는데, 즉 초음파 신호의 음향패턴주기가 안정적으로 수신되는 것으로 판단될 때부터 초음파 음향 위상차 검출기(717)는 각 신호간의 위상차

이를 검출하여 검출한 위상차 값을 인터페이스(116)를 통해 마이크로프로세서(119)로 전달한다.

이때, 초음파 음향 위상차 검출기(717)는 인터럽트 INT4를 발생하여 마이크로 프로세서(119)가 인터페이스(116)를 통해 위상차 검출값을 읽는 것을 제어하게 된다. 즉, 마이크로 프로세서(119)는 전달된 인터럽트 INT4에 따라 위상차 검출값 Na, Nb 및 Nc를 주기적으로 읽는다.

도 8은 상기 도 7의 초음파 음향 위상차 검출기의 일실시에 회로도이다.

도 8에 도시된 바와 같이, 상기 초음파 음향 위상차 검출기는, 클럭 CK3에 따라 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들에 의해 검출된 신호 A, B 및 C의 파형안정구간 검출값 Ssa, Ssb 및 Ssc를 입력받아 인터럽트 INT4를 발생하기 위한 인터럽트 발생기(810)와, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들로부터 전달된 파형안정구간 검출값 Ssa, Ssb 및 Ssc에 의해 클리어되고 신호 A, B 및 C의 파형 갯수를 검출하여 검출한 파형 갯수 Na, Nb 및 Nc를 인터럽트 INT4에 따라 인터페이스(116)를 통해 마이크로 프로세서(119)로 전달하는 위상차 검출기(820)를 구비한다.

인터럽트 발생기(810)는 음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들로부터 전달된 파형안정구간 검출값 Ssa, Ssb 및 Ssc를 논리합하기 위한 논리합게이트(811)와, 클럭 CK3 및 논리합게이트(811)의 출력신호를 논리곱하여 인터럽트 INT4를 출력하는 논리곱게이트(812)로 구성된다.

위상차 검출기(820)는, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714)에 의해 검출된 신호 A의 파형안정구간 검출값 Ssa를 반전시키기 위한 인버터(821)와, 인버터(821)를 통해 반전된 파형안정구간 검출값 /Ssa에 의해 클리어되고 입력된 신호 A를 카운팅하기 위한 카운터(821)와, 인터럽트 INT4에 따라 카운터(821)에 의해 카운팅된 위상차 검출값을 지연시켜 출력하는 버퍼(823)와, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714)에 의해 검출된 신호 B의 파형안정구간 검출값 Ssb를 반전시키기 위한 인버터(824)와, 인버터(824)를 통해 반전된 파형안정구간 검출값 /Ssb에 의해 클리어되고 입력된 신호 B를 카운팅하기 위한 카운터(825)와, 인터럽트 INT4에 따라 카운터(825)에 의해 카운팅된 위상차 검출값을 지연시켜 출력하는 버퍼(826)와, 음향패턴주기 안정구간 검출기(714)에 의해 검출된 신호 C의 파형안정구간 검출값 Ssc를 반전시키기 위한 인버터(827)와, 인버터(827)를 통해 반전된 파형안정구간 검출값 /Ssc에 의해 클리어되고 입력된 신호 C를 카운팅하기 위한 카운터(828)와, 인터럽트 INT4에 따라 카운터(828)에 의해 카운팅된 위상차 검출값을 지연시켜 출력하는 버퍼(829)를 포함하여 이루어진다.

이와 같은 구성을 갖는 상기 초음파 음향 위상차 검출기의 동작에 대하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

음향패턴주기 안정구간 검출기(714 내지 716)들에 의해 검출된 신호 A, B 및 C의 파형안정구간 검출값 Ssa, Ssb 및 Ssc가 "1"의 레벨이면, 파형안정구간 검출값 Ssa, Ssb 및 Ssc는 각각 인버터(821, 824, 827)를 통해 "0"의 레벨로 반전되어 카운터(822, 825, 827)들의 클리어단자(CLR)로 전달된다.

이와 같이, 클리어단자(CLR)로 "0"의 레벨이 전달되게 되면, 카운터(822, 825, 827)들은 각각 클리어되어 입력된 신호의 파형 갯수를 계수하기 시작한다.

그리고, 클럭 CK3은 10kHz의 구형파 클럭을 사용하고 있으므로, 인터럽트 발생기(810)는 40kHz의 초음파 음향의 패턴 갯수가 4개씩 계수되는 기간마다 마이크로 프로세서(119)가 검출한 파형 갯수 Na, Nb 및 Nc를 읽을 수 있도록 인터럽트 INT4를 발생한다.

예를 들어, 신호 A, B 및 C중 어느 한 신호라도 패턴주기가 안정하게 검출되는 시점 즉, Ssa, Ssb 및 Ssc 중 어느 한 신호가 "1"이 되면, 논리합게이트(811)는 "1"의 레벨을 논리곱게이트(812)로 출력하게 되고, 이어 논리곱게이트(812)는 클럭 CK3을 출력한다. 이때, 논리곱게이트(812)를 통해 출력되는 신호가 곧 인터럽트 INT4이다.

이렇게, 출력된 인터럽트 INT4의 라이징 에지 구간에서 버퍼(823, 826, 829)들은 각각 카운터(822, 825, 828)들의 카운팅값을 지연하여 출력한다.

전술한 바와 같은 본 발명에 따른 로봇의 동작에 대하여 개략적으로 설명하면 다음과 같다.

로봇의 다양한 기능을 위하여 시간 등을 설정하여 정해진 시간에 따라서 실행되거나 장착된 스위치를 이용하여 작동모드를 설정하거나, 원격조정장치를 이용하여 작동모드를 실행하여 동작시키거나, 로봇이 설정된 프로그램에 따라서 동작모드를 자동으로 선택하여 그에 따른 동작을 실행하게 되어있다.

예를 들어, 로봇이 자체적으로 전원 레벨 감지 장치를 내장하고 있는 경우 전원레벨이 떨어지는 것을 감지하거나, 정해진 일정시간 이상 계속적으로 모터를 움직인 경우에도 전원충전이 필요하다고 판단되면 충전모드로 설정되어 그에 따른 동작을 실행한다.

이렇게, 로봇이 충전모드로 설정되면, 로봇이 충전기를 찾아가기 위해서 충전기에 장착된 음원을 무선원격으로 발생하게 하고 로봇은 이를 감지하여 음원의 방향과 함께 거리를 검출하여 충전기를 자동으로 찾아가서 충전시키게 한다.

이때, 검출되는 로봇과 충전기와와의 거리는 원리적으로 3개의 음원검출부의 위상차로 방향 및 거리까지 검출되지만 실제로는 신호값의 오차로 인하여 거리계산은 정확도가 많이 떨어지기 때문에 무선원격 시작 시간부터 음원이 검출되는 시간을 음향전달속도인 340m/sec를 곱하여 그 거리를 산출한다.

도 9는 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 로봇의 동작 방법에 대한 일실시에 흐름도를 나타낸 것이다.

도 9를 참조하면, 작동 모드가 설정되었는지를 판단하여(901), 작동 모드가 설정되지 않았으면, 대기모드가 되어, 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하여 추적하고, 감지된 사람에게 반가움 등을 표현한다(902). 예를 들어, 갑자기 모양의 로봇의 경우에는 짓거나 꼬리를 흔들면서 사람을 따라갈 수 있도록 하여 지능형 로봇으로서의 역할을 수행하게 할 수 있다.

작동 모드 설정 판단 과정(901)에서 작동 모드가 설정되었으면, 설정된 작동 모드의 종류를 확인한(903)

후, 확인 결과에 따라 다음과 같은 동작을 수행한다.

작동 모드 종류의 확인 과정(903)에서의 확인 결과 평면 구조를 탐색 및 분석 모드이면, 좌우 및 전방의 거리를 계산하여 평면구조를 탐색 및 분석한다(904).

작동 모드 종류의 확인 과정(903)에서의 확인 결과 음원탐색 모드이면, 음향 방향을 검출하여 음향이 발생하는 방향으로 진행한다(905). 이때, 음향을 발생하는 충전기를 찾아가 도킹(Docking)하므로써, 자동으로 충전할 수도 있다.

작동 모드 종류의 확인 과정(903)에서의 확인 결과 경비 모드이면, 동작 명령이 전달된 다음 일정시간이 지나면 경비 동작을 수행한다(906).

작동 모드 종류의 확인 과정(903)에서의 확인 결과 일정영역 자동청소 모드이면, 평면구조를 탐색 및 분석하여 계산한 공간의 평면구조 정보에 따라 지정된 영역을 청소한다(907). 이때, 로봇이 특정영역을 청소를 할수 있도록 청소기능이 장착되어 있어야 하고, 로봇이 진행함에 따른 청소가능한 쪽을 미리 설정하여 준다. 그리고, 로봇의 진행방향은 지그재그 형태의 움직임 및 벽면과의 일정거리를 유지하면서 회전에 의해 조금씩 벽면과의 거리를 달리 유지하면서 평면공간 중심으로 진행하는 방식과 공간 중심에서 공간의 틀레로 점차 회전하면서 진행하는 방식을 사용할 수 있다.

도 10a는 도 9에서의 평면구조를 탐색 및 분석 과정에 대한 일실시에 상세 흐름도이다.

도 10a를 참조하면, 좌우 및 전방의 거리를 계산하면서 우선적으로 가까운 벽면을 찾아가는 초기동작을 수행한다(1001). 이때, 로봇의 진행방법으로는 우측면 우선모드와 좌측면 우선모드가 있는데, 우측면 모드는 우측 벽을 따라 진행하는 방법이고 좌측면 우선모드는 좌측벽을 따라 진행하는 방법이다. 즉, 초기 동작 수행시 우측벽면을 따라가는 경우 우측에 벽이 있으면 초기 동작이 완료된다.

이와 같은 초기동작이 수행된 후, 진행 동작 설정을 위해 필요한 좌우 및 전방에 위치한 벽면과의 거리와 진행방향 등을 검출하고, 검출한 거리와 진행방향에 대한 정보를 이용하여 현재 로봇의 상태를 결정한다(1002).

이렇게, 결정된 현재의 로봇 상태와 이전의 로봇 상태를 이용하여 수행할 동작을 설정한다(1003).

그리고, 로봇은 이와 같이 설정된 수행 동작을 실행하는데, 이때 로봇의 진행방향이 원하는 방향으로 진행되지 않으면 자동으로 진행 방향을 교정한다(1004).

이와 같은 동작이 실행된 후, 진행된 로봇의 주행거리와 방향을 이용하여 탐색하고자 하는 장소의 평면구조의 폐곡선 여부를 분석하여(1005), 평면구조의 폐곡선이면 평면 구조 분석을 종료한다. 이때, 탐색된 정보는 로봇이 청소 등을 수행하거나 특정 위치로 이동하는데 이용된다.

만일, 평면구조의 폐곡선 분석 과정(1005)에서의 분석 결과 평면구조의 폐곡선이 아니면, 로봇이 특정물체의 주위를 계속하여 진행하지 못하도록 방지한다(1006) 후, 로봇의 상태 검출 과정(1002)으로 넘어간다.

한편, 로봇은 진행 상태, 동작 명령, 이동거리 및 그에 따른 진행방향 등에 대한 정보를 저장하며, 또한 현재 분석 중인 정보들도 저장한다.

도 10b는 도 10a에서의 초기 동작 진행 과정에 대한 일실시에 상세 흐름도이다.

도 10b를 참조하면, 전방향 거리 Fdist(즉, 현재의 로봇의 위치로부터 전방의 물체까지의 거리임), 좌측면 거리 Ldist(즉, 현재 로봇의 위치로부터 좌측에 위치한 물체까지의 거리임) 및 우측면 거리 Rdist(즉, 현재 로봇의 위치로부터 우측에 위치한 물체까지의 거리임)를 측정한다(1011) 후, 측정된 전방향 거리 Fdist와 기준 근거리 Near이 동일한지를 판단하여(1012), 동일할 경우 로봇이 현재 방향을 좌측으로 전환시켜 우측면 거리 상태가 기준 근거리 Near이 되도록 하기 위한 우측면 우선모드인지를 판단한다(1013). 여기서, 기준 근거리 Near은 로봇이 주위의 벽면과 부딪칠 위험이 있다고 판단되는 거리를 실험적으로 산출하여 미리 설정한 거리 값이다.

우측면 우선모드 판단 과정(1013)에서의 판단 결과 우측면 우선모드이면, 좌측으로 90도 회전하여 우측면 거리가 기준 근거리 Near이 되도록 한다(1014) 다음, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

만일, 우측면 우선모드 판단 과정(1013)에서의 판단 결과 우측면 우선모드가 아니면, 우측으로 90도 회전하여 좌측면 거리가 기준 근거리 Near이 되도록 한다(1015) 다음, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

그리고, 거리의 동일 여부 판단 과정(1012)에서의 판단 결과 전방향 거리 Fdist와 기준 근거리 Near이 동일하지 않으면, 좌측면 거리 Ldist와 기준 근거리 Near이 동일한지를 판단하여(1016), 동일하면 우측면 우선모드인지를 판단한다(1017).

우측면 우선모드 판단 과정(1017)에서의 판단 결과 우측면 우선모드이면, 우측으로 180도 회전하여 우측면 거리가 기준 근거리 Near이 되도록 한다(1018) 다음, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

만일, 우측면 우선모드 판단 과정(1017)에서의 판단 결과 우측면 우선모드가 아니면, 우측면 거리가 기준 근거리 Near인 상태에서 로봇의 상태 결정 과정(1002)으로 넘어간다.

거리의 동일 여부 판단 과정(1016)에서의 판단 결과 좌측면 거리 Rdist와 기준 근거리 Near이 동일한지를 판단하여(1019), 동일하면 우측면 우선모드인지를 판단한다(1020).

우측면 우선모드 판단 과정(1020)에서의 판단 결과 우측면 우선모드이면, 우측면 거리가 기준 근거리 Near인 상태에서 로봇의 상태 결정 과정(1002)으로 넘어간다.

만일, 우측면 우선모드 판단 과정(1020)에서의 판단 결과 우측면 우선모드가 아니면, 좌측으로 180도 회전하여 우측면 거리가 기준 근거리 Near이 되도록 한다(1021) 다음, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

그리고, 거리의 동일 여부 판단 과정(1019)에서의 판단 결과 좌측면 거리 Rdist와 기준 근거리 Near이 동



일하지 않으면, 전방향 거리  $Fd_{ist}$ 가 좌측면 거리  $Ld_{ist}$  보다 작은지를 판단하여(1022), 작으면 전방향 거리  $Fd_{ist}$ 가 우측면 거리  $Rd_{ist}$  보다 작은지 판단한다(1023).

여기서, 전방향 거리  $Fd_{ist}$ 가 우측면 거리  $Rd_{ist}$  보다 작은 것으로 판단되면, 전방향으로 진행한(1024) 후, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

만일, 거리 대소 판단 과정(1023)에서의 판단 결과 전방향 거리  $Fd_{ist}$ 가 우측면 거리  $Rd_{ist}$  보다 큰 것으로 판단되면, 우측으로 90도 회전한 후 앞으로 진행한(1025) 다음, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

한편, 거리 대소 판단 과정(1022)에서의 판단 결과 전방향 거리  $Fd_{ist}$ 가 좌측면 거리  $Ld_{ist}$  보다 큰 것으로 판단되면, 우측면 거리  $Rd_{ist}$ 가 좌측면 거리  $Ld_{ist}$  보다 큰지를 판단하여(1026), 우측면 거리  $Rd_{ist}$ 가 크면 좌측으로 90도 회전한 후 앞으로 진행한(1027) 다음, 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

만일, 거리 대소 판단 과정(1026)에서의 판단 결과 우측면 거리  $Rd_{ist}$ 가 좌측면 거리  $Ld_{ist}$  보다 작은 것으로 판단되면, 우측으로 90도 회전한 후 앞으로 진행한(1028) 다음 거리 측정 과정(1011)으로 넘어간다.

도 10c는 도 10a에서의 로봇의 상태 결정 과정에 대한 일 실시예 상세 흐름도이다.

도 10c를 참조하면, 로봇이 현재 진행하고 있는 전방향에 위치한 벽면과 로봇 간의 전방향 거리를 검출하면서(1031), 로봇이 현재 진행하는 좌측면의 벽면과 로봇 간의 좌측면 거리를 검출하고(1032), 또한 우측면의 벽면과 로봇 간의 우측면 거리를 측정한다(1033).

그리고, 로봇의 진행 상태 변환에 필요한 정보를 얻기 위하여, 현재 로봇이 진행하는 진행 방향을 검출한다(1034).

이어서, 검출한 전방향 거리를 이용하여 현재의 로봇이 진행하고 있는 거리상태를 결정한다(1035).

그리고, 검출한 좌측면 거리를 이용하여 현재의 로봇이 진행하고 있는 거리상태를 결정한다(1036).

또한, 검출한 우측면 거리를 이용하여 현재의 로봇이 진행하고 있는 거리상태를 결정한다(1037).

도 10d는 도 10c에서의 로봇의 진행 방향 전환 과정에 대한 일 실시예 상세 흐름도이다.

도 10d를 참조하면, 측정된 거리  $d$ 가 미리 설정된 기준 거리  $d_1$ 보다 작거나 같은지를 판단하여(1041), 측정거리  $d$ 가 기준거리  $d_1$ 보다 작거나 같으면 거리 상태  $N_1$ 를 결정한다(1042).

하지만, 거리의 대소 판단 과정(1041)에서 측정거리  $d$ 가 기준거리  $d_1$ 보다 작거나 같은 조건을 만족하지 못하면, 측정거리  $d$ 가 기준거리  $d_1$ 보다 크거나 같으면서 미리 설정된 기준 거리  $d_2$  보다 작은지를 판단하여(1043), 거리  $d$ 가 기준 거리  $d_1$ 보다 크거나 같고 기준 거리  $d_2$  보다 작으면, 거리 상태  $N_2$ 를 결정한다(1044).

그리고, 거리의 대소 판단 과정(1043)에서 측정거리  $d$ 가 기준 거리  $d_1$ 보다 크거나 같고 기준 거리  $d_2$  보다 작은 조건을 만족하지 못하면, 측정거리  $d$ 가 기준 거리  $d_2$ 보다 크거나 같고 미리 설정된 기준 거리  $d_3$  보다 작은지를 판단하여(1045), 측정거리  $d$ 가 기준 거리  $d_2$ 보다 크거나 같으면서 미리 설정된 기준 거리  $d_3$  보다 작으면, 거리 상태  $N_3$ 를 결정한다(1046).

만일, 거리의 대소 판단 과정(1045)에서 거리  $d$ 가 기준 거리  $d_2$ 보다 크거나 같으면서 미리 설정된 기준 거리  $d_3$  보다 작은 조건을 만족하지 못하면, 거리 상태  $F$ 를 결정한다(1047).

여기서, 거리 상태  $N_1$ ,  $N_2$  및  $N_3$ 는 모두 기준 근거리 상태로써,  $N$  또는 Near로 표현하고 이는 벽면에 근접된 거리를 의미하며, 거리 상태  $F$ 는 적정거리 이상 떨어진 먼거리 상태를 의미한다.

특히, 로봇이 벽면을 따라 이동 할 때는 벽과의 거리를 거리 상태  $N_2$ 로 적정히 유지하는데, 거리 상태  $N_1$ 은 매우 가까운 거리로써 거리 상태  $N_2$ 를 유지하게 이동방향을 약간씩 조정하며, 거리 상태  $N_3$ 은 적정거리를 조금 벗어난 거리로써 거리 상태  $N_2$ 로 이동방향을 약간씩 조정하여 벽과의 거리가 거리 상태  $N_2$ 가 되도록 유지시킨다.

그리고, 상기 도 10a에서 설정되는 로봇의 수행 동작은 다음 <표 2> 및 <표 3> 과 같다.

다음 <표 2>는 우측면 우선모드에서의 로봇상태에 따른 동작설정을 나타낸 것이고, 다음 <표 3> 좌측면 우선모드에서의 로봇상태에 따른 동작설정을 나타낸 것이다.



[표 2]

현상태	동작명령	설정환경 및 비교
S(N,N,N)	R6	주요동작명령
	TL	좌측면거리와 우측면 거리 합이 $0r$ 이상인 경우 ( $0r$ 은 로봇이 회전 할 때 필요한 최소의 여유공간 거리)
S(N,N,F)	TR-F6	주요동작명령
S(N,F,N)	TL-F6	주요동작명령
S(N,F,F)	TR-F6	주요동작명령
	TL-F6	이전상태가 S(F,F,F)이고 이전 동작명령이 TR-F6인 경우 이전 동작명령이 TL인 경우
S(F,N,N)	F6	주요동작명령
	R6	이전 동작명령이 R6인 경우
	TL	이전 동작명령이 R6 또는 TL이고 좌측면거리와 우측면 거리 합이 $dr$ 이상일 때 ( $0r$ 은 로봇이 회전 할 때 필요한 최소의 여유공간 거리)
S(F,N,F)	TR-F6	주요동작명령
	TL	이전 동작명령이 R6인 경우
S(F,F,N)	F6	주요동작명령
	TLx-F6	이전상태가 S(F,F,N)이고 이전 동작명령이 F6이고 현 우측면 거리상태N0이 N1인 경우
	TRx-F6	이전상태가 S(F,F,N)이고 이전 동작명령이 F6이고 현 우측면 거리상태N0이 N3인 경우
	TL	이전 동작명령이 R6인 경우
S(F,F,F)	TR-F6	주요동작명령
	F6	이전 동작명령 TR-F6가 연속하여 4번 발생된 경우
		이전 동작명령 TL이 연속하여 4번 발생된 경우
	TL	이전상태가 S(F,F,F)이고 이전 동작명령이 F6인 경우
		이전 동작명령이 R6, TL인 경우

[표 3]

현상태	동작명령	설정환경 및 비교
S(N,N,N)	R6	주요동작명령
	TR	좌측면거리와 우측면 거리 합이 $0r$ 이상인 경우 ( $0r$ 은 로봇이 회전 할 때 필요한 최소의 여유공간 거리)

S(N,N,F)	TR-F6	주요동작명령
S(N,F,N)	TL-F6	주요동작명령
S(N,F,F)	TL-F6	주요동작명령
	TR-F6	이전상태가 S(F,F,F)이고 이전 동작명령이 TL-F6인 경우 이전 동작명령이 TR인 경우
S(F,N,N)	F6	주요동작명령
	R6	이전 동작명령이 R6인 경우
	TR	이전 동작명령이 R6 또는 TR이고 좌측면거리와 우측면 거리 합이 dr이상일 때 (Dr은 로봇이 회전 할 때 필요한 최소의 여유 공간 거리)
S(F,N,F)	F6	주요동작명령
	TRx-F6	이전상태가 S(F,F,N)이고 이전 동작명령이 F6이고 현 좌측면 거리상태N01 N1인 경우
	TLx-F6	이전상태가 S(F,F,N)이고 이전 동작명령이 F6이고 현 좌측면 거리상태N01 N3인 경우
	TR	이전 동작명령이 R6인 경우
S(F,F,N)	TL-F6	주요동작명령
	TR	이전 동작명령이 R6인 경우
S(F,F,F)	TL-F6	주요동작명령
	F6	이전 동작명령 TL-F6가 연속하여 4번 발생된 경우 이전 동작명령 TR01 연속하여 4번 발생된 경우 이전상태가 S(F,F,F)이고 이전 동작명령이 F6인 경우
	TR	이전 동작명령이 R6, TR인 경우

상기 <표 2> 및 <표 3>에 기재된 내용들에 대하여 설명하면 다음과 같다.

F6는 직진하라는 동작 명령, R6는 후진하라는 동작 명령, TL은 90도 회전하라는 동작 명령, TR은 90도 회전하라는 동작 명령, TLx는 x만큼 좌회전하라는 동작 명령, 그리고 TRx는 x만큼 우회전하라는 동작 명령이다.

S(A,B,C)에서 A는 전방거리상태, B는 좌측면거리상태, 그리고 C는 우측면 거리 상태를 나타내는 변수이다.

상기 주요동작명령은 해당하는 경우가 없으면 현상태의 동작을 계속 수행하라는 동작명령이다.

그리고,  $(d1+d2)/2$ 는 N2의 중심값으로써 좌우측면의 거리합을 통하여 로봇이 회전할 수 있는 공간을 확보했는가의 판단기준이 된다. 여기서, d1 및 d2는 상기 거리 상태 N1, N2 및 N3의 구분을 판별하기 위한 기준 거리값이다.

한편, S(F,N,F)은 일정시간동안 계속되면 오류처리한다.

상기 <표 2>와 <표 3>을 참조하여 본 발명의 로봇의 수행 동작 설정에 대하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

로봇의 동작 상태를 검출한 현재의 동작 상태와 저장된 이전의 동작 상태와 그에 따른 동작명령을 통하여 상기 <표 2>와 <표 3>에서 정의되어진 대로 동작명령을 설정한다.

예를 들면, 동작 상태 S(N,F,F)의 첫번째항 N은 전방거리의 상태, 두 번째 항인 F는 좌측면거리의 상태, 그리고 세 번째 항인 F는 우측면 거리의 상태를 나타내고 있다.

그리고, 거리 상태 N중에 거리 상태 N2를 유지하도록 하기 위한 과정을 예를 들면, 우측 벽면을 따라 진행하는 모드에서 동작 상태가 S(F,F,N)인 경우에는 우측면 거리가 거리 상태 N 중에서 거리 상태 N2가 되도록 TLx 및 TRx 등의 동작명령을 이용하여 적절한 거리상태를 유지하도록 한다.

또한, TLx는 각도 x만큼 좌회전, TRx는 각도 x만큼 우회전하라는 동작명령으로서, 이때 x는 설정된 최소 단위 각도 또는  $\frac{2\pi}{n}$  (RLM)의 계산된 각도이다. 여기서, RLM은 현재의 우측 거리에서 이전의 우측 거리를 감산한 후, 이 감산값을 이전에서 현재까지의 이동거리로 나눈 값이다.

그리고, 본 발명의 로봇은 실행된 결과에 대하여 오류 교정 기능이 자체적으로 내장되어 있기 때문에, 동작 실행 및 오류 동작 교정은 동작 명령만으로도 가능하다. 이때, 동작명령으로는 직진과 후진 명령의 F6(Go Front) 및 R6(Go Reverse)가 있으며, 회전명령에는 좌회전과 우회전 명령인 TL( $\theta$ )(Turn Left) 및 TR( $\theta$ )(Turn Right)이 있다. 여기서, 괄호안의  $\theta$ 는 회전 각도이며, 대체적으로 명령시  $\theta$ 는 90도로서 90도 회전 명령이 대부분이고, TL이나 TR 뒤에 회전 각도가 없으면 90도의 회전을 의미한다.

그리고, 상기 <표 2>에 기재된 우측면 우선모드에 따른 동작설정 방법에 대하여 설명하면 다음과 같다.

거리상태 N은 가까운 거리로써, 거리상태 N1, N2 및 N3으로 더 구분하여 나타낼 수 있다.

거리상태 N1은 벽과 아주 밀접한 상태라서 로봇이 회전할 수 없는 상태이고, 거리상태 N2는 적정거리로써 회전에 필요한 여유거리를 갖고, 거리상태 N3은 적정거리를 벗어난 상태이다. 거리상태 F는 거리상태 N3보다도 더 먼거리를 나타내고 있는 것이다. 특히, 직진동작이나 후진동작에는 정해진 거리 만큼씩

진행한다.

첫째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이  $Dr$  이상이면 90도 좌회전 동작을 설정한다. 여기서,  $Dr$ 은 로봇이 회전할 때 필요한 최소의 여유공간 거리이다.

이때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이  $Dr$  이상이 아니면, 후진동작을 설정한다.

둘째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 90도 우회전 후 전진동작을 설정한다.

셋째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정한다.

넷째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작이 90도 좌회전 동작을 수행한 경우에는 90도 좌회전 후 전진동작을 설정한다.

만일, 이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 우회전후 전진동작인 경우에는 90도 좌회전 후 전진동작을 설정한다.

또한, 이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 우회전후 전진동작이 아닌 경우에는, 90도 우회전 후 전진동작을 실행하도록 설정한다.

다섯째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진 동작이거나 90도 좌회전 동작이고 현 좌측면 거리와 현 우측면 거리의 합이  $Dr$  이상이면 90도 좌회전 동작을 설정한다. 여기서,  $Dr$ 은 로봇이 회전할 때 필요한 여유공간을 갖는 최소거리이다.

아때, 이전동작이 90도 좌회전 동작이 아니고 후진동작이면, 후진동작을 설정한다.

만일, 이전동작이 후진동작이 아니면, 전진동작을 설정한다.

여섯째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작이 후진동작이면 90도 좌회전 동작을 설정한다.

만일, 이전동작이 후진동작이 아니면, 90도 우회전 후 전진동작을 설정한다.

일곱째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진동작이면, 90도 좌회전 동작을 설정한다.

만일, 현 로봇의 우측면 거리상태  $N01$   $N1$ , 이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 N, 그리고 이전동작이 전진동작이면,  $x$ 각도만큼 좌회전 후 전진동작을 설정한다. 여기서,  $x$ 는 미리 설정된 최소단위 각도 또는 현재 로봇의 우측거리와 이전로봇의 우측거리의 차를 이전에서 현재까지의 이동거리로 나눈값의 역탄젠트( $\text{inverse tangent}$ )(즉,  $\tan^{-1}$ ) 각도이다.

또한, 현 로봇의 우측면 거리상태  $N01$   $N3$ , 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 N, 그리고 이전동작이 전진동작이면,  $x$ 각도만큼 우회전 후 전진동작을 설정한다. 여기서,  $x$ 는 설정된 최소단위 각도 또는 현재 로봇의 우측거리와 이전로봇의 우측거리의 차를 이전에서 현재까지의 이동거리로 나눈값의 역탄젠트(즉,  $\tan^{-1}$ ) 각도이다.

여덟째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작들이 4번 연속하여 90도 좌회전 동작을 수행한 경우에는, 전진동작을 설정한다.

이때, 이전 동작들이 4번 연속하여 90도 좌회전 동작을 수행하지 않고, 이전 동작들이 4번 연속하여 90도 우회전 후 전진동작을 수행한 경우에는 전진동작을 설정한다.

만일, 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진이면, 전진동작을 설정한다. 여기서, 이전동작이 전진이 아니고 후진이거나 90도 좌회전이면, 90도 좌회전 동작을 설정한다.

또한, 이전동작이 전진, 후진 또는 90도 좌회전이 아니면, 90도 우회전 후 전진 동작을 설정한다.

전술한 여덟가지의 동작설정 과정은 각 로봇의 상태에 따라서 동작명령을 설정하는 과정으로서, 로봇은 상기한 바와 같은 여덟가지의 동작설정 과정중 하나의 과정을 각 동작설정 과정별로 동작수행 후 변화된 상태를 이용하여 해당되는 동작설정 단계의 동작을 다시 설정하여 수행한다.

다음은, 상기 <표 3>에 기재된 좌측면 우선모드에 따른 동작설정 방법에 대하여 설명한다.

먼저, 거리상태는 N은 가까운 거리로써 거리상태  $N1$ ,  $N2$  및  $N3$ 으로 더 구분하여 나타낼 수 있다.

여기서, 거리상태  $N1$ 은 벽과 아주 밀접한 상태라서 로봇이 회전할 수 없는 상태이고, 거리상태  $N2$ 은 적정 거리로써 회전에 필요한 여유거리를 갖고, 거리상태  $N3$ 은 적정거리를 벗어난 상태이다.

또한, 거리상태 F는  $N3$ 보다도 더 먼거리를 나타내고 있으며, 직진동작이나 후진동작에는 정해진 거리 만큼씩 진행한다.

첫째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 N일 때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이  $Dr$  이상이면 90도 우회전 동작을 설정한다. 여기서,  $Dr$ 은 로봇이 회전할 때 필요한 최소의 여유공간 거리이다.

이때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이  $Dr$  이상이 아니면, 후진동작을 설정한다.

둘째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F일 때, 90도 우

회전 후 전진동작을 설정한다.

셋째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정한다.

넷째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작이 90도 우회전 동작을 수행한 경우에는 90도 우회전 후 전진동작을 설정한다.

만일, 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 좌회전 후 전진 동작인 경우에는, 90도 우회전 후 전진동작을 설정한다.

또한, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작이 90도 우회전 동작을 수행하지 않는 경우나, 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 좌회전 후 전진 동작이 아닌 경우에는, 90도 좌회전 후 전진동작을 실행하도록 설정한다.

다섯째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진동작이거나 90도 우회전 동작이고 현 좌측면 거리와 현 우측면거리의 합이  $D_r$  이상이면, 90도 우회전 동작을 설정한다. 여기서,  $D_r$ 은 로봇이 회전할 때 필요한 여유공간을 갖는 최소거리이다.

이때, 이전동작이 후진동작이면, 후진동작을 설정한다.

여기서, 이전동작이 후진동작이 아니면, 전진동작을 설정한다.

여섯째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작이 후진동작이면, 90도 우회전 동작을 설정한다.

만일, 현 로봇의 좌측면 거리상태  $N01$ ,  $N1$ , 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진이면,  $x$ 도만큼 우회전 후 전진동작을 설정한다. 여기서,  $x$ 는 설정된 최소단위 각도 또는 현재 로봇의 우측거리와 이전로봇의 우측거리의 차를 이전에서 현재 까지의 이동거리로 나눈값의 역탄젠트(즉,  $\tan^{-1}$ ) 각도이다.

또한, 현 로봇의 우측면거리상태  $N01$ ,  $N3$ , 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진이면,  $x$ 도만큼 좌회전 후 전진동작을 설정한다. 여기서,  $x$ 는 설정된 최소단위 각도 또는 현재 로봇의 우측거리와 이전로봇의 우측거리의 차를 이전에서 현재 까지의 이동거리로 나눈값의 역탄젠트(즉,  $\tan^{-1}$ ) 각도이다.

이때, 이전동작이 전진동작이 아니면, 전진동작을 설정한다.

일곱째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진이면, 90도 우회전 동작을 설정한다.

이때, 이전동작이 후진이 아니면, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정한다.

여덟째, 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작들이 4번 연속하여 90도 우회전 동작인 경우에는, 전진동작을 설정한다.

이때, 이전동작들이 4번 연속하여 90도 좌회전 후 전진동작인 경우에는, 전진동작을 설정한다.

만일, 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진동작이면, 전진동작을 설정한다.

이때, 이전동작이 후진이거나 90도 우회전이면, 90도 우회전 동작을 설정한다.

여기서, 이전동작이 후진이거나 우회전이 아니면, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정한다.

전술한 여덟가지의 동작설정 과정은 각 로봇의 상태에 따라서 동작명령을 설정하는 과정으로서, 로봇은 상기한 바와 같은 여덟가지의 동작설정 과정중 하나의 과정을 각 동작설정 과정별로 동작수행 후 변화된 상태를 이용하여 해당되는 동작설정 단계의 동작을 다시 설정하여 수행한다.

도 10e는 도 10a의 설정동작 실행 과정에 대한 실시예 흐름도로서, 전진 이동시의 설정동작 실행에 대한 과정을 나타낸 것이다.

도 10e를 참조하면, 로봇은 좌측 모터(121)와 우측 모터(122)를 순방향으로 정해진 만큼 회전시켜 전진 이동하는(1051) 도중에, 지면이나 장애물에 부딪혀 진행 방향이 틀어진 것을 교정하데 이용하기 위하여, 내부에 장착된 전자나침반을 통해 로봇의 몸체 전진 방향을 검출한다(1052).

이렇게, 검출한 전진 방향  $\alpha 1$ 과 원래의 몸체 전진 방향  $\theta 1$  간의 오차를 계산하여 그 차이 값  $e1$ 이 미리 설정된 최소 방향 오류  $\theta e$ 보다 작은지 여부를 판단하며(1053), 작으면 전진시 몸체 교정 동작을 완료한다.

만일, 오류 판단 과정(1053)에서의 판단 결과 계산한 오차  $e1$ 이 미리 설정된 최소 방향 오류  $\theta e$ 보다 작지 않으면, 몸체가 원래의 전진 방향  $\theta 1$ 이 되도록 몸체를 회전한다(1054).

도 10f는 도 10a의 설정동작 실행 과정에 대한 다른 실시예 흐름도로서, 후진 이동시의 설정동작 실행에 대한 과정을 나타낸 것이다.

도 10f를 참조하면, 로봇은 좌측 모터(121)와 우측 모터(122)를 역방향으로 정해진 만큼 회전시켜 후진 이동하는(1061) 도중에, 지면이나 장애물에 부딪혀 진행 방향이 틀어진 것을 교정하는데 이용하기 위하여, 로봇의 몸체 후진 방향을 검출한다(1062).

이렇게, 검출한 후진 방향  $\alpha 2$ 와 원래의 몸체 후진 방향  $\theta 2$  간의 오차를 계산하여 그 차이 값  $e2$ 가 미리

설정된 최소 방향 오류  $\theta e$ 보다 작은지 여부를 판단하여(1063), 작으면 후진시 몸체 교정 동작을 완료한다.

만일, 오류 판단 과정(1063)에서의 판단 결과 계산한 오차  $e2$ 가 미리 설정된 최소 방향 오류  $\theta e$ 보다 작지 않으면, 몸체가 원래의 후진 방향  $\theta 2$ 가 되도록 몸체를 회전한다(1064).

도 10g는 도 10a의 설정동작 실행 과정에 대한 또 다른 실시예 흐름도로서, 몸체 회전시의 설정동작 실행 과정을 나타낸 것이다.

이러한, 몸체 회전 동작은 현재 진행 방향  $\alpha 3$ 에서 목표 방향  $\theta 3$ 로 방향 전환하는 것으로써, 몸체가 주변 장애물에 의하여 회전이 잘안될 때 조금씩 전/후진하면서 방향 전환할 수 있도록 하는 것이다.

도 10g를 참조하면, 전후진 방향 값  $FlagR$ 의 초기값을 '0'으로 설정하고, 교정실행 횟수  $Nc$ 를 '0'으로 설정한다(1071).

이어서, 교정실행 횟수  $Nc$ 를 '1'씩 증가시키고 검출한 현재의 몸체 방향  $\alpha 3$ 를 저장하며, 목표 방향에서 몸체 방향의 각도 차이  $\beta$ 를 감산한다(1072), 후 목표 방향과 몸체 방향의 각도 차이  $\beta$ 가 '0'보다 작은 '-' 값인지를 판단하여(1073),  $\beta$ 가 '-' 값이면 각도 차이  $\beta$ 를 '0'보다 큰 '+' 값으로 변환한다(1074) 후, 좌측 모터(121)를 순방향으로  $\beta$ 만큼 회전시키고 우측 모터(122)를 역방향으로 각도  $\beta$ 에 해당하는 만큼 회전시켜 몸체를 우회전한다(1075).

만일, 각도 차이  $\beta$ 의 크기 판단 과정(1073)에서의 판단 결과  $\beta$ 가 '0'보다 큰 '+' 값이면, 좌측 모터(121)를 역방향으로 각도 차이  $\beta$ 만큼 회전시키고 우측 모터(122)를 순방향으로 각도 차이  $\beta$ 에 해당하는 만큼 회전시켜 몸체를 좌회전시킨다(1076).

아와 같이, 회전된 몸체 방향의 오류를 교정하는데 이용하기 위하여 내부의 전자나침반을 통해 현재의 몸체진행 방향  $\alpha$ 를 검출하여(1077), 검출한 몸체진행 방향  $\alpha$ 와 목표진행 방향  $\theta 3$ 의 차이를 계산하여 계산한 차이 값  $e3$ 이 미리 설정된 최소방향 오류  $\theta e$ 보다 작은지를 판단하여(1078), 작으면 원하는 방향으로 회전이 이루어진 것이므로 몸체 회전 동작을 완료한다.

만일, 계산한 차이 값  $e3$ 과 최소방향 오류  $\theta e$ 의 크기 판단 과정(1078)에서의 판단 결과 차이 값  $e3$ 이 최소방향 오류  $\theta e$ 보다 작지 않으면, 저장된 바로 전의 몸체진행방향  $\alpha 3$ 과 검출한 현재의 몸체진행방향  $\alpha$ 의 차이 값  $e4$ 가 미리 설정된 최소방향 오류  $\theta e$ 보다 크지를 판단하여(1079), 크지 않으면 전혀 회전이 안된 것이므로, 설정된 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '1'이면 '0'으로 변경하고 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '0'이면 '1'로 변경하여 전진 및 후진의 방향을 변경한다(1080).

이렇게, 전후진 방향을 변경한 다음, 교정실행 횟수  $Nc$ 가 미리 설정된 기준 교정실행 횟수  $Ncth$ 보다 크지를 판단하여(1081), 크면 회전이 실패한 것으로서, 오류 경보를 발생한 후 종료 한다(1082). 아와 같은 경우는, 전후진하여도 방향 각도의 변화가 없는 상태로서, 로봇이 갇힌 것으로 판단하여 동작 오류로써 '빠'음을 간헐적으로 발생시켜 사용자에게 알려 준다.

한편, 몸체진행 방향 차이 값  $e4$ 와 최소방향 오류  $\theta e$ 의 대소 판단 과정(1079)에서의 판단 결과 몸체진행 방향 차이 값  $e4$ 가 최소방향 오류  $\theta e$ 보다 크면, 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '0'으로 설정되어 있는지를 판단하여(1083), '0'으로 설정되어 있으면 미리 설정된 최소의 거리  $Nmin$ 만큼 후진한다(1084) 후, 각도 차이  $\beta$ 의 크기 판단 과정(1073)으로 넘어간다.

만일, 전후진 방향 값  $FlagR$ 에 대한 판단 과정(1083)에서 판단 결과 '0'으로 설정되어 있지 않으면, 미리 설정된 최소 거리  $Nmin$ 만큼 전진한다(1085) 후, 각도 차이  $\beta$ 의 크기 판단 과정(1073)으로 넘어간다.

그리고, 교정실행 횟수  $Nc$ 와 기준 교정실행 횟수  $Ncth$ 의 대소 판단 과정(1081)에서의 판단 결과 교정실행 횟수  $Nc$ 가 기준 교정실행 횟수  $Ncth$ 보다 크기 않으면, 전후진 방향 값  $FlagR$ 에 대한 판단 과정(1083)으로 넘어간다.

도 10h는 도 10a의 평면구조 분석 과정에 대한 일 실시예 흐름도로서, 로봇의 진행 궤적이 폐곡선으로 평면 구조를 갖는지를 분석하기 위한 것이다.

도 10h를 참조하면, 초기 동작 이후부터 이동한 거리  $Dtrace$ 가 평면 구조 분석에 요구되는 미리 설정된 최소한의 거리  $D\_round$ 보다 크지를 판단하여(1091), 크면 로봇의 주행거리를 분석하는데(1092), 이때 일정거리 범위내의 영역까지 주행된 거리 및 방향을 갖는 데이터를 이용하여 이동된 거리를 일종의 평면상의 윤곽선(Contour Trace) 궤적으로 간주하여 데이터를 가공 처리한다.

만일, 이동 거리 판단 과정(1091)에서의 판단 결과 이동 거리  $Dtrace$ 가 최소한의 거리  $D\_round$ 보다 크지 않으면, 평면구조의 폐곡선 분석 과정을 종료한다.

이어서, 주요진행 방향 성분의 선분을 추출한다(1093), 즉, 작은 범위에서부터 일정 범위까지 반대 성분을 상쇄 처리하는 방식으로, 임의의 시점에서 전후 데이터의 성분이 180도의 반대방향을 갖고 있는 것이 일정 범위안에 있을 경우, 서로 상쇄시켜 나가면 대체적으로 일정 방향의 성분으로 구성된 긴 선분을 추출할 수 있다.

이렇게, 추출한 선분을 이용하여 다음 선분과 추출한 선분 간에 이루어지는 각도를 합해 가면서 합한 각이 360도 이상이 되는 시점부터 폐곡선을 분석한다(1094).

그리고, 선분들중 제일 긴 선분이 2번 반복되었을 때 폐곡선 분석의 신뢰성이 높기 때문에, 추출한 선분중에 긴 선분의 길이와 방향성이 일치하는가를 조사하여, 일치하면 선분간의 이루어지는 각도의 합이 360도에 가까운 폐곡선 구조인지를 판단한다(1095).

이러한, 폐곡선 구조 판단 과정(1095)에서 폐곡선 구조로 판단되면, 평면구조의 폐곡선 분석을 완료한다.

만일, 폐곡선 구조 판단 과정(1095)에서의 판단 결과 폐곡선 구조가 아니면, 폐곡선 다음 진행동작의 데

이타를 포함하여 재 분석하도록 하며, 분석완료되지 않은 상태로 종료한다.

도 10i는 상기 도 10h에서 설명된 평면구조 분석 과정에 대한 설명도로서, 이를 참조하여 전술한 바와 같은 평면구조 분석 과정에 대한 일예를 설명한다.

도 10i에 도시된 바와 같이, 진행 궤적이 (A)와 같은 경우 가까운 거리내에서 상하 또는 좌우와 같은 180도의 방향 차이를 갖는 진행성분이 있을 때, 이 성분을 상쇄시키면 (C)와 같이 일정 방향의 성분으로 대체된다.

그리고, 진행 궤적 (B)의 경우에는 일차 상쇄 처리에서는 앞단의 45도 및 -45도로 구성된 삼각형태의 진행 성분이 상쇄되며, 후단의 형태는 상쇄 범위가 더 넓은 2차 처리에서 상쇄되며 역시 (C)와 같은 일정 방향의 성분으로 대체된다.

한편, 선분간의 이루어지는 각도는 (D) 및 (E)에서와 같이 우측벽면 우선모드와 (F) 및 (G)에서와 같이 좌측벽면 우선 모드에 따라서 이루어지는 각도가 반대방향으로 정의된다.

즉, 우측벽면 우선모드는 우측벽면을 따라서 이동하기 때문에 시계반대 방향으로 진행될 때 선분간 이루어지는 각도가 '-'가 되지만, 좌측벽면 우선모드의 경우에는 시계방향으로 진행될 때 '+' 각도가 이루어진다.

상기 도 10a에서의 로봇이 특정물체의 주위를 계속하여 진행하지 못하도록 방지하는 과정에 대하여 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

평면 구조 분석 과정을 통해 구해진 선분간의 이루어지는 각도의 합으로 판단한다. 특정 물체를 계속 회전하는 것은 평면구조 공간의 진행과 달리 진행 방향간의 이루어지는 각도가 '-'로 이루어지기 때문에, 선분간 이루는 각도의 합이 -360도 이하가 되면, 특정물체 주위를 계속회전하는 것으로 판단한다. 이러한 경우에는, 루핑(Looping)을 빠져나가기 위해서는 미리 정해진 방향순으로부터 해당 방향으로 주행할 때 그방향에서 90도 방향으로 회전후에 전면 거리가 기준 근거리 Near가 될 때까지 주행하게 하면서 전체 시스템을 초기화 상태로 만든 후 다시 시작한다.

전술한 바와 같이, 평면구조 분석이 수행된 후, 평면구조상에 음원의 위치가 나타나 있으면 그 위치를 찾아가고, 만약 위치가 잘못 되어있거나, 찾아가는 동안 이전의 분석된 구조 데이터와 일치하지 않거나, 음원을 찾아서 도킹(Docking)하지 못하면, 우선원격 조정부(115)를 통하여 음향발생기가 내장된 충전기에 음향을 정기적으로 발생하라는 명령을 내린다.

도 11a는 상기 도 9의 음원 탐색 과정에 대한 일실시에 흐름도이다.

도 11a를 참조하면, 초기모드 설정으로써 음향 방향으로 이동하는 진행모드(TraceMode)의 초기값을 '0'으로 설정한 후(1101), 진행 동작 설정을 위해 필요한 좌우 및 전방에 위치한 벽면과의 거리와 진행방향 등을 검출하고, 검출한 거리와 진행방향에 대한 정보를 이용하여 현재 로봇의 상태를 결정한다(1102).

이렇게, 현재의 로봇 상태가 결정되면, 음원탐색 동작모드에 따라 음원을 찾아가기 위한 음원탐색 진행 동작을 설정한다(1103).

이어서, 우회동작모드인지를 판단하여(1104), 우회동작모드이면 설정동작을 실행하고(1105), 만일 우회동작모드가 아니면 음원방향으로 진행한다(1106)

이와 같이, 설정된 음원탐색 동작 명령을 실행한 후, 로봇이 음원에 도킹(Docking)하였는지를 판단하여(1107), 도킹되었으면 미리 설정된 시간 동안 충전을 수행한 다음 충전기의 현재 위치를 탐색하여 탐색한 위치를 기록해 놓는다(1108).

만일, 도킹 판단 과정(1107)에서의 판단 결과 도킹이 안되었으면, 음원 방향에 놓인 장애물 등을 우회하기 위한 우회동작모드를 판단하여 설정한(1109) 후, 로봇의 상태 결정 과정(1102)으로 넘어간다. 이때, 음원 방향으로 로봇이 진행하다가 장애물 등이 앞을 막고 있는 경우 이 장애물을 우회하여 음원으로 가기 위한 방법으로, 우회동작으로는 우측벽면을 따라가는 방법과 좌측벽면을 따라가는 방법으로 장애물을 피해가는 모드를 설정한다.

도 11b는 상기 도 11a의 음원탐색 진행 동작 설정 과정에 대한 일실시에 흐름도이다.

도 11b를 참조하면, 우회동작모드인지를 확인하여(1111), 우회동작모드이면 우측벽면 우선모드인지를 판단한다(1112). 이때, 우측벽면 우선모드로 판단되면, 우측벽면 우선모드에 따른 명령을 설정한다(1113).

만일, 우측벽면 우선모드 판단 과정(1112)에서의 판단 결과 우측벽면 우선모드가 아니면, 좌측벽면 우선모드에 따른 명령을 설정한다(1114).

한편, 우회동작모드 판단 과정(1111)에서의 판단 결과 우회동작모드가 아니면, 음향 방향과 음원까지의 거리를 검출한(1115) 후 종료한다.

도 11c는 상기 도 11a의 음원탐색 수행 과정에 대한 일실시에 흐름도이다.

도 11c를 참조하면, 장착된 전자침판을 이용하여 몸체진행 방향을 검출하여(1121), 검출한 몸체진행 방향에 따라서 음원 방향으로 몸체를 회전한(1122) 후, 미리 설정된 최소이동 거리단위 Nd만큼씩 음원 방향으로 전진 이동을 수행한다(1123).

현위치로부터 음원 또는 장애물을 감지하기 위한 목적으로 음원까지의 전방거리 Fdist를 검출하여(1124), 검출한 전방거리 Fdist와 거리상태 Near가 동일하지를 판단하여(1125), 동일하면 현재 로봇의 전면에 음원 또는 장애물이 있는 것으로 판단하여 전진이동을 중지한다.

한편, 거리의 동일 여부 판단 과정(1125)에서의 판단 결과 동일하지 않으면, 음원 방향으로 전진 이동하는 과정(1123)으로 넘어간다.

도 11d는 상기 도 11a의 우회동작모드 설정 과정에 대한 일실시에 흐름도이다.

도 11d를 참조하면, 현재 로봇의 진행 모드가 우회동작모드인지를 확인하며(1131), 우회동작모드가 아니면 검출한 전방거리  $F_{dist}$ 의 근거리 상태 Near인지를 판단한다(1132). 이때, 근거리 상태 Near가 아닌 것으로 판단되면 모드 설정없이 우회동작모드를 종료한다.

만일, 전방거리가 근거리 상태 Near인지를 판단하는 과정(1132)에서 근거리 상태 Near로 판단되면, 앞에 장애물이 있는 것으로 판단하여 우회동작 초기화를 다음과 같은 과정들을 거쳐 실행한다.

이와 같은, 우회동작 초기화를 수행하기 위하여, 먼저 우회동작모드로 전환하고 우회동작분석에 필요한 X축 좌표(즉, 가로축 좌표임)의 최대값과 최소값을 '0'으로 초기화시킨다(1133). 다음, 음향방향을 검출하여(1134), 검출한 음향방향을 Y축 좌표(즉, 세로축 좌표임)로 하고 로봇의 현재 위치를 우회동작 시작점(0,0)으로 하고 하는 X축 좌표와 Y축 좌표로 이루어진 시작좌표를 설정한다(1135).

그리고, 우회동작모드인지를 확인 과정(1131)에서 우회동작모드로 확인되면, 우회동작모드 동안에 로봇이 이동한 이동거리  $D_{trace}$ 가 우회동작분석에 필요한 최소한의 기준 거리  $D_{th3}$ (단, 미리 설정된 거리임)보다 크거나 같은지를 판단하며(1136), 크거나 같지 않으면 동작모드 설정없이 종료한다.

하지만, 거리의 대소 판단 과정(1136)에서 이동거리  $D_{trace}$ 가 기준거리  $D_{th3}$ 보다 크거나 같은 것으로 판단되면, 이전상태에서 현상상태까지의 진행거리와 방향에 따라 설정한 X축 좌표의 성분과 이전의 X축 좌표를 합하여 현재 좌표  $P_x$ 를 설정한다(1137). 여기서, 이전상태에서 현상상태까지의 진행거리와 방향에 따라 설정한 X축 좌표의 성분은 시작좌표 설정(1135) 과정에서와 같은 좌표 설정 방식을 통해 설정한 것이다.

이어서, 설정한 현재 좌표  $P_x$ 가 X축 성분의 최소값  $X_{min}$ 보다 작은지를 확인하여 작으면 최소값  $X_{min}$ 을 현재 좌표  $P_x$ 의 최소 좌표값으로 추출하고, 현재 좌표  $P_x$ 가 X축 성분의 최대값  $X_{max}$ 보다 큰지를 판단하여 크면 최대값  $X_{max}$ 을 현재 좌표  $P_x$ 의 최대 좌표값으로 추출한다(1138).

이렇게, 추출한 현재 좌표  $P_x$ 의 최대 좌표값과 최소 좌표값을 이용하여 우측면 우선모드 또는 좌측면 우선모드인지를 판단하며(1139), 우측면 우선모드이면 현재 좌표  $P_x$ 의 좌표값이 최소값  $X_{min}$ 의 절반인  $X_{min}/2$ 보다 큰지를 판단하며(1140), 크면 장애물을 벗어난 것으로 간주하여 음향방향 진행모드를 설정한다(1141).

만일, 좌표값의 대소 판단 과정(1140)에서 현재 좌표  $P_x$ 의 좌표값이 최소값  $X_{min}$ 의 절반인  $X_{min}/2$ 보다 작지 않으면 계속 우회동작모드를 진행한다.

한편, 진행모드 판단 과정(1139)에서 좌측면 우선모드로 판단되면, 현재 좌표  $P_x$ 의 좌표값이 최대값  $X_{max}$ 의 절반인  $X_{max}/2$ 보다 작은지를 판단하며(1142), 작으면 장애물을 벗어난 것으로 간주하여 음향방향 진행모드를 설정 과정(1141)으로 넘어간다. 이때, 현재좌표  $P_x$ 는 거리의 대소 판단 과정(1136)에 의해 최소거리 이상에서부터 수행되므로, 좌측면 우선모드에서는 현재좌표  $P_x$ 가 X방향으로 증가되는 성분일 때, 우회모드를 벗어나게 되며, 우측면 우선모드에서는 현재좌표  $P_x$ 가 Y방향으로 감소되는 시점에서 우회모드를 벗어나게 된다.

하지만, 좌표값의 대소 판단 과정(1142)에서 현재 좌표  $P_x$ 의 좌표값이 최대값  $X_{max}$ 의 절반인  $X_{max}/2$ 보다 작지 않으면 계속 우회동작모드를 진행한다.

도 11e는 본 발명에서의 우회동작 처리에 대한 설명도로서, 도면에서, B11은 장애물을 나타내며, C11은 우측면 우선모드에 따른 이동진행 궤적, 그리고 A11은 좌측면 우선모드에 따른 이동진행 궤적을 나타낸다.

도 11e에 도시된 바와 같이, 우측면 우선모드에 따른 이동진행 궤적의 경우, 처음 좌측으로 이동하면서 최소 좌표값  $X_{min}$ 이 갱신되며 다시 우측으로 이동하여 최소 좌표값  $X_{min}$ 의 절반인  $X_{min}/2$ 보다 큰 위치에서 우회동작모드가 완료되며, 이시점에서 음향방향 진행모드가 되어 음향방향을 검출하여 음원 방향으로 이동하게 된다.

그리고, 좌측면 우선모드에 따른 이동진행 궤적의 경우, 처음 우측으로 이동하면서 최대 좌표값  $X_{max}$ 가 갱신되며 다시 좌측으로 이동하여 최대 좌표값  $X_{max}$ 의 절반인  $X_{max}/2$ 보다 작은 위치에서 우회동작모드가 완료된다.

일반적으로, 초전형 센서로 이루어진 인체감지 센서는 인체온도 부근의 온도에서 나타나는 원적외선 에너지 파장을 감지하여 검출하는 것으로써, 대개는 주위의 온도 변동, 외란광 노이즈(noise) 등에 감지되지 않도록 되어 있어 움직이는 인체에 대해서만이 대개신호가 검출된다.

또한, 인체의 움직임은 약 0.1 내지 10 Hz에 해당되기 때문에 아주 빠른 움직임이나 정지한 인체에 대해서는 인체가 감지되지 않는다.

따라서, 인체감지 센서가 장착된 부분을 레이더 망과 같이 회전하면서 감지하거나, 장착된 물체를 회전하면서 감지하면 인체가 있는 방향을 감지할 수 있기 때문에 정지된 사람에 대해서도 물체와 구별하여 추적하거나 다가갈 수 있는 시스템을 만들 수 있다.

도 12는 상기 도 9의 대기모드상에서 인체추적 과정에 대한 일실시에 흐름도이다.

그리고, 인체 추적은 인체감지 센서와 음원발생기 등을 이용하여 사람이 나타났을 때 로봇이 나타난 사람에 대한 반응의 일종으로 반가움 등을 나타내기 위한 일종의 표현 방법이다. 즉, 감지된 사람의 로봇의 경우에는 짓거나 꼬리를 흔들면서 사람을 따라갈 수 있도록 하여 지능형 로봇으로서의 역할을 수행하게 할 수 있다.

도 12를 참조하면, 음향 발생기를 갖고 있는 것을 우선으로 하여 로봇이 음원 발생기를 갖고 있는 사람에게 우선적으로 가까이 갈 수 있도록, 먼저 발생된 음향 검출을 수행한 후 음향이 발생되었는지를 확인하며(1201), 음향이 발생되었으면 음향을 발생한 음원으로 진행한다(1202). 이때, 일정부분의 주기성 피형



을 발생시키는 회파람이나 사람의 음성 또는 손뼉음이 일정레벨 이상에서 검출되게 하여 음향을 발생한 음원으로 진행하게 하여 불특정 사람과의 상호동작 높이를 진행하게 할 수도 있다.

만일, 음향 발생 확인 과정(1201)에서 음향이 발생되지 않은 것으로 확인되면, 인체를 감지하기 위하여 로봇의 방향을 좌우 60도씩 회전시켜 전방 120도 범위에서 인체를 감지하고 인체가 감지되었는지를 판단한다(1203). 이때, 인체가 감지되지 않으면 인체를 감지하기 위하여 수행한 스캔(scan) 횟수를 체크(check)하여 체크한 감지 스캔 횟수가 미리 설정된 기준스캔 횟수 Nth(단, 기준스캔 횟수는 2 내지 3 회 정도로 설정함)보다 크지를 판단하여(1204), 감지 스캔 횟수가 크면 360도 전체 범위내에서 인체가 감지되는가를 확인한다(1205).

이와 같은, 인체 감지 확인 과정(1205)에서 감지된 인체가 확인되면, 감지된 인체 방향이 2방향 이상인지를 판단하여(1206), 2방향 이상이면 이전에 진행 및 추적되었던 방향과 가장 근접한 방향을 선택하여 선택한 방향으로 진행한다(1207).

만일, 감지 방향 수의 판단 과정(1206)에서 감지된 인체 방향이 하나인 것으로 판단되면, 감지된 방향으로 진행한다(1208).

그리고, 인체 감지 확인 과정(1205)에서 감지된 인체가 확인되지 않으면, 인체 감지후부터 일정시간(단, 미리 설정된 시간 임)이 경과되었는지를 판단하여(1209), 일정 시간이 경과되었으면 벽면이나 구석으로 이동한 후 대기 상태를 유지한다(1210).

하지만, 시간 경과 판단 과정(1209)에서 일정 시간이 경과되지 않은 것으로 판단되면, 음향 발생 확인 과정(1201)으로 넘어간다.

한편, 인체 감지 확인 과정(1203)에서 인체가 감지되지 않은 것으로 확인되면, 감지 방향 수의 판단 과정(1206)으로 넘어간다.

도 13은 상기 도 9의 경비 동작 수행 과정에 대한 일실시에 흐름도이다.

도 13을 참조하면, 경비 모드 수행을 지시하는 동작 명령의 전달시로부터 일정 시간(단, 미리 설정된 시간임)이 지난 후 경비 동작 체제에 들어간다(1301).

이와 같이, 경비 동작 체제가 되면, 전방향 거리 Fdist1(즉, 현재의 로봇의 위치로부터 전방의 물체까지의 거리임), 좌측면 거리 Ldist1(즉, 현재 로봇의 위치로부터 좌측에 위치한 물체까지의 거리임) 및 우측면 거리 Rdist1(즉, 현재 로봇의 위치로부터 우측에 위치한 물체까지의 거리임)을 검출한다(1302).

이렇게, 측정한 전방향 거리 Fdist1, 좌측면 거리 Ldist1 및 우측면 거리 Rdist1을 메모리에 저장한(1303) 후, 새로운 측정한 전방향 거리 Fdist2, 좌측면 거리 Ldist2 및 우측면 거리 Rdist2를 검출한다(1304).

이어서, 메모리에 저장된 바로 이전의 전방향 거리 Fdist1, 좌측면 거리 Ldist1 및 우측면 거리 Rdist1와 새로이 검출한 현재의 전방향 거리 Fdist2, 좌측면 거리 Ldist2 및 우측면 거리 Rdist2를 대응적으로 비교하여, 전방향 거리, 좌측면 거리 또는 우측면 거리에 변동이 있었는지를 판단한다(1305).

이때, 거리 변동이 있는 것으로 판단되면, 일차적인 경보 체제를 갖춘(1306) 후, 신원을 확인하기 위하여 입력되는 음성 데이터를 분석한다(1307).

이렇게, 분석한 음성 데이터가 이미 등록된 음성인가를 확인하여(1308), 등록된 음성이면, 일정시간 지연한(1310) 다음 거리 측정 과정(1304)으로 넘어간다.

만일, 음성 확인 과정(1308)에서 분석된 음성 데이터가 이미 등록된 음성인 것이 아닌 것으로 확인되면, 경보를 작동시킨(1309) 다음 계속적인 음성신원 확인을 위한 음성 데이터 분석 과정(1307)으로 넘어간다.

한편, 거리 변동 판단 과정(1305)에서 거리 변동이 없는 것으로 판단되면, 인체가 감지되었는지를 확인하여(1310), 인체가 감지되었으면 일차적인 경보 체제 과정(1306)으로 넘어간다.

하지만, 인체 감지 확인 과정(1310)에서 인체 감지가 확인되지 않으면, 거리 측정 과정(1302)으로 넘어간다.

본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

#### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 다음과 같은 효과들을 갖는다.

첫째, 특정 주파수를 갖는 음향을 발생하여 충전기 등에서 다시 음향을 발생하면, 로봇이 그 음원의 방향을 정확하게 검출하여 자동 충전기에 자동으로 도킹하여 충전할 수 있다.

둘째, 특정 주파수와 정해진 콘덴서 마이크의 배치를 통하여 계속적인 파형에서의 위상차를 이용하여, 주변 잡음에 대한 오류를 현저하게 줄일 수 있다.

셋째, 설치된 각각의 콘덴서 마이크에서 검출된 상호 시간 차이(즉, 위상 차이를 말함)를 계산하여 음원의 방향을 정확히 검출할 수 있다.

넷째, 자동 충전 기능은 집안 자동 청소기 등에도 활용 가능하기 때문에, 탑재한 전자나침반을 이용해 로봇의 위치를 보다 정확히 파악하여 동작 방향을 조절할 수 있다.

다섯째, 전자나침반을 이용하여 로봇의 위치를 보다 정확히 파악하므로써, 직선거리로 주행할때에 지면의 형태에 따라 방향이 달라지거나 특정물체에 부딪혀 방향이 달라진 경우에 대하여 정해진 진행방향으로 갈



수 있도록 로봇의 주행방향을 수정할 수 있고, 또한 특정공간의 구조를 파악하는데 필요한 주행방향에 대한 정보를 주행거리와 함께 입력하여 공간의 평면 구조를 파악하고 원하는 위치로 이동할 수 있기 때문에, 로봇에게 방안과 같은 공간에서 청소를 시킬 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

**청구항 1.** 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇에 있어서, 가시청 음향이나 초음파를 이용하여, 음향을 발생하고 있는 음원의 방향을 검출하고, 음향을 발생하는 충전기의 방향을 검출하기 위한 음향방향 검출수단;

상기 로봇의 진행상태를 파악하는데 필요한 거리 정보를 얻기 위하여, 주변의 물체와 상기 로봇 간의 거리를 측정하는 거리 측정수단;

내부에 구비한 전자나침반을 통해 현재 로봇의 진행 방향을 검출하기 위한 동작방향 검출수단;

사람을 추적하고 침입자를 감시하는데 필요한 정보를 얻기 위하여, 상기 로봇으로부터 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하는 인체 감지수단; 및

상기 거리 측정수단에 의해 측정된 거리 정보와 상기 동작방향 검출수단에 의해 검출된 진행 방향에 대한 정보를 이용하여, 상기 로봇이 상기 음향방향 검출수단에 의해 검출된 음원 및 충전기 방향으로 진행하도록 하고 상기 검출된 충전기에 도킹(docking)하여 충전이 이루어지도록 제어하며, 상기 인체 감지수단에 의해 감지된 사람을 추적 및 감시하도록 제어하는 제어수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 2.** 제 1 항에 있어서,

상기 로봇의 동작 및 충전 기능을 원격으로 조정하기 위한 무선원격 조정수단

을 더 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇,

**청구항 3.** 제 1 항에 있어서,

상기 음향방향 검출수단은,

수신 마이크를 통해 수신된 신호를 증폭한 후, 필터링하여 잡음을 제거하는 증폭 및 필터링수단;

상기 증폭 및 필터링수단으로부터 전달된 음향신호의 주기와 소정의 파형주기 간의 음향패턴주기 안정구간을 검출하는 음향패턴주기 안정구간 검출수단; 및

상기 증폭 및 필터링수단으로부터 전달된 신호 간의 위상차를 검출하고, 상기 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호가 지정하는 시간에 상기 검출한 위상차가 상기 제어수단으로 전달되도록 지시하기 위한 인터럽트신호를 출력하는 음향신호 위상차 검출수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 4.** 제 1 항에 있어서,

상기 음향방향 검출수단은,

제 1 수신 마이크를 통해 수신된 신호를 증폭한 후, 필터링하여 잡음을 제거하는 제 1 증폭 및 필터링수단;

적어도 하나의 제 2 수신 마이크를 통해 수신된 신호를 증폭한 후, 필터링하여 잡음을 제거하는 적어도 하나의 제 2 증폭 및 필터링수단;

상기 제 1 증폭 및 필터링수단으로부터 전달된 음향신호의 주기와 소정의 파형주가 간의 음향패턴주기 안정구간을 검출하는 음향패턴주기 안정구간 검출수단; 및

상기 제 1 증폭 및 필터링수단과 상기 적어도 하나의 제 2 증폭 및 필터링수단으로부터 전달된 신호 간의 위상차를 검출하고, 상기 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호가 지정하는 시간에 상기 검출한 위상차가 상기 제어수단으로 전달되도록 지시하기 위한 인터럽트신호를 출력하는 음향신호 위상차 검출수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 5.** 제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 음향신호 위상차 검출수단은,

수신된 제 1 및 제 2 음향신호간의 위상차를 검출하는 위상차 검출수단;

상기 제 1 음향신호를 입력받아 상기 위상차 검출수단을 클리어(clear)시키기 위한 클리어신호를 발생하는 클리어신호 발생수단; 및

상기 클리어신호 발생수단으로부터 전달된 주기 신호, 상기 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호와 상기 제 1 음향신호를 입력받아 상기 인터럽트신호를 출력하는 인터럽트 발생수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 6.** 제 5 항에 있어서,

상기 위상차 검출수단은,

상기 제 1 음향신호에 따라, 외부로부터 전달된 전원전압신호를 래치하기 위한 래치수단;

상기 클리어신호 발생수단으로부터 전달된 주기 신호, 상기 래치수단의 출력신호 및 입력된 클럭신호를 논리곱하기 위한 논리곱연산수단; 및

상기 논리곱연산수단의 출력신호를 카운팅하기 위한 카운팅수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**경구항 7.** 제 5 항에 있어서,

상기 클리어신호 발생수단은,

상기 제 1 음향신호에 따라 제 2 출력단자로부터 제한된 추가신호를 래치시켜 제 1 출력단자를 통해 상기 위상차 검출수단으로 출력하는 래치수단;

상기 제 1 음향신호를 반전하기 위한 반전수단; 및

상기 래치수단의 제 2 출력단자를 통해 출력된 주기신호와 상기 반전수단에 의해 반전된 신호를 논리곱하여 논리곱한 클리어신호를 상기 위상차 검출수단으로 출력하는 논리곱연산수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**경구항 8.** 제 5 항에 있어서,

상기 인터럽트 발생수단은,

상기 클리어신호 발생수단으로부터 전달된 주기 신호, 상기 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호 및 상기 제 1 음향신호를 논리곱하여 논리곱한 인터럽트 신호를 출력하는 논리곱연산수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**경구항 9.** 제 1 항에 있어서,

상기 음향방향 검출수단은,

적어도 하나의 초음파 수신 마이크를 통해 수신된 초음파 음향신호를 증폭한 후, 필터링하여 잡음을 제거하는 적어도 하나의 증폭 및 필터링수단;

상기 적어도 하나의 증폭 및 필터링수단으로부터 전달된 초음파 음향신호의 주기와 소정의 파형주기 간의 음향패턴주기 안정구간을 검출하는 적어도 하나의 음향패턴주기 안정구간 검출수단; 및

상기 적어도 하나의 증폭 및 필터링수단으로부터 전달된 초음파 음향신호 간의 위상차들을 검출하고, 상기 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호들이 지정하는 시간에 상기 검출한 위상차들이 상기 제어수단으로 전달되도록 지시하기 위한 인터럽트신호를 출력하는 초음파 음향 위상차 검출수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**경구항 10.** 제 3 항, 제 4 항 및 제 9 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 음향패턴주기 안정구간 검출수단은,

입력신호의 라이징 에지(Rising Edge)와 폴링 에지(Falling Edge)를 검출하여 검출한 라이징 에지와 폴링 에지로 이루어진 펄스 파형을 출력하는 에지 검출수단;

외부로부터 입력된 클럭신호에 따라, 상기 에지 검출수단으로부터 출력되는 펄스 사이의 간격을 계수하는 신호간격 계수수단;

상기 에지 검출수단으로부터 전달된 펄스 파형에 따라, 상기 신호간격 계수수단의 계수값을 입력받아 상기 입력신호가 소정의 주기를 갖고 있는지를 검출하는 설정주기 검출수단;

상기 클럭신호에 따라, 상기 설정주기 검출수단으로부터 전달된 설정주기 검출값을 이용해, 상기 소정의 주기를 갖는 입력신호가 계속적으로 입력되는지를 확인하여 패턴주기 안정구간을 검출하는 안정구간 검출수단; 및

상기 클럭신호에 따라, 상기 에지 검출수단으로부터 전달된 펄스 파형을 입력받아 일정기간 동안 설정주기를 갖는 입력신호가 입력되는지를 확인하여, 상기 안정구간 검출수단으로부터 출력되는 안정구간 검출신호를 클리어(Clear)시키기 위한 클리어 신호를 상기 설정주기 검출수단으로 제공하는 클리어신호 발생수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**경구항 11.** 제 10 항에 있어서,

상기 에지 검출수단은,

상기 입력신호를 반전시키기 위한 제 1 반전수단;

상기 제 1 반전수단을 통해 반전된 신호를 래치시키는 제 1 래치수단;

상기 제 1 래치수단으로부터 출력된 신호를 다시 래치시키기 위한 제 2 래치수단; 및

상기 제 2 래치수단에 의해 래치된 신호와 상기 제 1 래치수단의 출력신호를 배타적부정논리합하기 위한 배타적부정논리합 연산수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 12.** 제 11 항에 있어서,

상기 제 2 래치수단은,

상기 제 1 래치수단에 의해 래치된 신호를 반전시키기 위한 제 2 반전수단; 및

상기 제 2 반전수단의 출력신호를 반전시켜 상기 배터적부점논리합 연산수단으로 출력하는 제 3 반전수단을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 13.** 제 10 항에 있어서,

상기 신호간격 계수수단은,

상기 에지 검출수단의 출력된 신호를 래치시키기 위한 래치수단;

제 2 논리곱 연산수단의 출력신호에 따라, 상기 래치수단으로부터 전달된 신호를 계수하여 계수값을 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력하는 계수수단;

상기 계수수단의 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력된 신호들을 논리곱하기 위한 제 1 논리곱 연산수단;

상기 제 1 논리곱 연산수단의 출력신호를 반전시키기 위한 제 1 반전수단;

상기 제 1 반전수단의 출력신호와 상기 클럭신호를 논리곱하여 논리곱 값을 상기 계수수단으로 출력하는 상기 제 2 논리곱 연산수단; 및

상기 계수수단의 제 2 출력단자를 통해 출력된 계수값과 상기 제 1 반전수단의 출력신호를 논리곱하여 논리곱 값을 상기 설정주기 검출수단으로 출력하는 제 3 논리곱 연산수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 14.** 제 13 항에 있어서,

상기 래치수단은,

상기 에지 검출수단의 출력된 신호를 반전시키기 위한 제 2 반전수단; 및

상기 제 2 반전수단의 출력신호를 반전시켜 상기 계수수단으로 출력하는 제 3 반전수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 15.** 제 10 항에 있어서,

상기 설정주기 검출수단은,

상기 에지 검출수단의 출력신호에 따라, 상기 신호간격 계수수단의 계수값을 래치시켜 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력하는 래치수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 16.** 제 15 항에 있어서,

상기 안정구간 검출수단은,

상기 래치수단의 제 2 출력단자를 통해 출력된 신호, 반전수단의 출력신호 및 상기 클럭신호를 논리곱하기 위한 제 1 논리곱 연산수단;

상기 래치수단의 제 2 출력단자를 통해 출력된 신호에 의해 클리어(clear)되고, 상기 제 1 논리곱 연산수단의 출력신호를 계수하여 계수값을 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력하는 제 1 계수수단;

상기 제 1 계수수단의 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력된 신호들을 논리곱하여 논리곱한 음향패턴주기 안정구간신호를 출력하는 제 2 논리곱 연산수단; 및

상기 제 2 논리곱 연산수단의 출력신호를 반전시켜 상기 제 1 논리곱 연산수단으로 출력하는 반전수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 17.** 제 16 항에 있어서,

상기 클리어신호 발생수단은,

상기 클럭신호를 계수하여 계수값을 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력하는 제 2 계수수단;

상기 제 2 계수수단의 제 1 및 제 2 출력단자를 통해 출력된 신호들을 논리곱하여 논리곱한 클리어신호를 상기 래치수단으로 전달하는 제 3 논리곱 연산수단; 및

상기 제 3 논리곱 연산수단으로부터 출력된 클리어신호와 상기 에지 검출수단의 출력신호를 논리합하여 논리합 값을 상기 제 2 계수수단의 클리어단자로 출력하는 논리합 연산수단

을 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 18.** 제 9 항에 있어서,

상기 초음파 음향 위상차 검출수단은,

입력된 클럭신호에 따라, 상기 적어도 하나의 음향패턴주기 안정구간 검출수단에 의해 검출된 음향패턴주

기 안정구간 신호들을 입력받아 상기 인터럽트신호를 발생하기 위한 인터럽트 발생수단; 및  
상기 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호들에 의해 클리어(clear)되고, 입력된 적어도 하나의 입력신호들에 대한 위상차를 검출한 후, 상기 인터럽트신호에 따라 상기 검출한 위상차들을 버퍼링시켜 상기 제어수단으로 전달하는 위상차 검출수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 19.** 제 18 항에 있어서,

상기 인터럽트 발생수단은,

상기 적어도 하나의 음향패턴주기 안정구간 검출수단에 의해 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호들을 논리합하기 위한 논리합 연산수단; 및

상기 클럭신호와 상기 논리합 연산수단의 출력신호를 논리곱하여 논리곱한 인터럽트신호를 출력하는 논리곱 연산수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 20.** 제 18 항 또는 제 19 항에 있어서,

상기 위상차 검출수단은,

상기 적어도 하나의 음향패턴주기 안정구간 검출수단에 의해 검출된 음향패턴주기 안정구간 신호를 반전시키는 반전수단; 및

상기 적어도 하나의 반전수단에 의해 반전된 신호에 의해 클리어되고, 상기 적어도 하나의 입력신호를 계수하기 위한 적어도 하나의 계수수단; 및

상기 인터럽트신호에 따라, 상기 적어도 하나의 계수수단의 계수값을 버퍼링하여 출력하는 적어도 하나의 버퍼링수단

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 21.** 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 거리 측정수단은,

전면에 위치한 물체와 상기 로봇 간의 거리를 측정하기 위하여, 상기 로봇의 전면에 장착된 제 1 초음파 거리계;

좌측면에 위치한 물체와 상기 로봇 간의 거리를 측정하기 위하여, 상기 로봇의 좌측에 장착된 제 2 초음파 거리계; 및

우측면에 위치한 물체와 상기 로봇 간의 거리를 측정하기 위하여, 상기 로봇의 우측에 장착된 제 3 초음파 거리계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇.

**청구항 22.** 음향방향과 동작방향 검출 기능을 갖는 로봇에 있어서,

음원이 설정된 주파수를 갖는 음향을 출력하면, 수신단에서 각 수신 마이크들을 통해 수신되는 음향신호들 간에 검출되는 최대 위상차가 소정의 음향주기 T의  $1/2$  이내가 되도록 상기 각 수신 마이크들을 일정 간격으로 이격되도록 하여, 수신되는 신호의 설정 주파수가 안정되게 검출되는 시점에서 수신신호들 간의 패턴차이 d가  $1/2$  이내로 되면, 수신신호의 도달순서와 일치된 검출신호로써 위상차를 상기 패턴차이와 같은 d로 선택하며, 상기 패턴차이 d가  $1/2$  보다 크면 검출 신호간의 신호 도달 순서가 반전된 것으로 판단하여 상기 음향주기 T에서 상기 패턴차이 d를 감산한 감산값을 위상차이로 검출하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 기능을 갖는 로봇.

**청구항 23.** 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법에 있어서,

작동 모드가 설정되었는지를 판단하는 제 1 단계;

상기 제 1 단계에서 작동 모드가 설정되지 않은 것으로 판단되면, 대기모드로 된 후 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하여 추적하는 제 2 단계;

상기 제 1 단계에서 작동 모드가 설정된 것으로 판단되면, 설정된 작동 모드의 종류를 확인하는 제 3 단계; 및

상기 설정된 작동 모드의 종류 확인 결과에 따라, 평면 구조물을 탐색 및 분석해서 얻은 평면구조물에 대한 정보를 이용하여 지정한 영역을 청소하고, 방전시 음향을 발생하는 충전기를 탐색한 후 탐색한 충전기에 도킹(docking)하여 충전이 이루어지도록 하며, 음향을 발생하는 음원을 탐색 및 경비 동작을 수행하는 제 4 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 24.** 제 23 항에 있어서,

상기 제 4 단계는,

상기 제 3 단계에서 평면 구조물 탐색 및 분석 모드로 확인되면, 좌우 및 전방의 거리를 계산하여 평면구조물을 탐색하고 평면구조를 분석하는 제 5 단계;

상기 제 3 단계에서 음원 탐색모드로 확인되면, 음향 방향을 검출하여 음향을 발생하고 있는 음원 방향으로 진행하고, 방전시 상기 충전기를 탐색한 후 탐색한 충전기에 도킹하여 충전이 이루어지도록 하는 제 6 단계;

상기 제 3 단계에서 경비 모드로 확인되면, 동작 명령이 전달된 후 일정 시간이 경과되면 경비 동작을 수행하는 제 7 단계;

상기 제 3 단계에서 자동 청소 모드로 확인되면, 평면구조물을 탐색 및 분석하여 얻은 정보를 이용하여 계산한 공간의 평면구조 정보에 따라 지정한 영역을 청소하는 제 8 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 25. 제 24 항에 있어서,

상기 제 5 단계는,

좌우 및 전방의 거리를 계산하면서 우선적으로 가까운 벽면을 찾아가는 초기동작을 수행하는 제 9 단계;

초기동작이 수행된 후, 진행 동작 설정을 위해 필요한 좌우 및 전방에 위치한 벽면과의 거리와 진행방향 등을 검출하고, 검출한 거리와 진행방향에 대한 정보를 이용하여 현재 로봇의 상태를 결정하는 제 10 단계;

상기 제 10 단계에서 결정된 현재의 로봇 상태와 이전의 로봇 상태를 이용하여 수행할 동작을 설정하는 제 11 단계;

상기 제 11 단계에서 설정된 동작을 수행하면서, 상기 로봇이 원하는 방향으로 진행되지 않으면 자동으로 진행 방향을 교정하는 제 12 단계;

진행 방향을 교정하여 진행한 후, 진행된 로봇의 주행거리와 방향을 이용하여 탐색하고자 하는 장소가 평면구조의 폐곡선 형태 여부에 따라, 로봇이 특정물체의 주위를 계속하여 진행하지 못하도록 방지한 후 상기 제 10 단계로 넘어가는 제 13 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 26. 제 25 항에 있어서,

상기 제 13 단계는,

진행 방향을 교정하여 진행한 후, 진행된 로봇의 주행거리와 방향을 이용하여 탐색하고자 하는 장소가 평면구조의 폐곡선 형태인지를 분석하는 제 14 단계;

상기 제 14 단계의 분석 결과 평면구조가 폐곡선 형태가 아니면, 상기 로봇이 특정물체의 주위를 계속하여 진행하지 못하도록 방지하는 제 15 단계; 및

상기 제 14 단계의 분석 결과 평면구조가 폐곡선 형태이면, 평면 구조 탐색 및 분석을 종료하는 제 16 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 27. 제 25 항에 있어서,

상기 제 10 단계는,

상기 로봇이 현재 진행하고 있는 전방향에 위치한 벽면과 상기 로봇 간의 전방향 거리를 검출하는 제 14 단계;

상기 로봇이 현재 진행하는 좌측면의 벽면과 로봇 간의 좌측면 거리를 검출하는 제 15 단계;

상기 로봇과 우측면의 벽면 간의 우측면 거리를 검출하는 제 16 단계;

상기 로봇의 진행 상태 변환에 필요한 정보를 얻기 위하여, 현재 상기 로봇이 진행하는 진행 방향을 검출하는 제 17 단계;

상기 검출한 전방향 거리를 이용하여 현재 상기 로봇이 진행하고 있는 거리상태 N1(소정의 제 1 기준 근 거리 상태임)을 결정하는 제 18 단계;

상기 검출한 좌측면 거리를 이용하여 현재 상기 로봇이 진행하고 있는 거리상태 N2(소정의 제 2 기준 근 거리 상태임)을 결정하는 제 19 단계; 및

상기 검출한 우측면 거리를 이용하여 현재 상기 로봇이 진행하고 있는 거리상태 N3(소정의 제 3 기준 근 거리 상태임)을 결정하는 제 20 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 28. 제 27 항에 있어서,

상기 제 18 단계 내지 제 20 단계는 각각,

측정한 거리  $d$ 가 소정의 기준거리  $d_1$ 보다 작은지를 판단하는 제 21 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 측정거리  $d$ 가 상기 기준거리  $d_1$ 보다 작은 것으로 판단되면, 상기 거리상태 N1을 결정하는 제 22 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 측정거리  $d$ 가 상기 기준거리  $d_1$ 보다 작지 않은 것으로 판단되면, 상기 측정거

리  $d_1$ 가 상기 기준거리  $d_1$ 보다 크거나 같으면서 소정의 기준거리  $d_2$ 보다 작은지를 판단하는 제 23 단계;  
 상기 제 23 단계에서 상기 측정거리  $d_1$ 가 상기 기준거리  $d_1$ 보다 크거나 같고 상기 기준거리  $d_2$ 보다 작은 것으로 판단되면, 상기 거리상태  $N_2$ 를 결정하는 제 24 단계;

상기 제 23 단계에서 상기 측정거리  $d_1$ 가 상기 기준거리  $d_1$ 보다 크거나 같고 상기 기준거리  $d_2$ 보다 작은 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단되면, 상기 측정거리  $d_1$ 가 상기 기준거리  $d_2$ 보다 크거나 같고 소정의 기준거리  $d_3$ 보다 작은지를 판단하는 제 25 단계;

상기 제 25 단계에서 상기 측정거리  $d_1$ 가 상기 기준거리  $d_2$ 보다 크거나 같고 상기 기준거리  $d_3$ 보다 작은 것으로 판단되면, 상기 거리 상태  $N_3$ 를 결정하는 제 26 단계; 및

상기 제 25 단계에서 상기 측정거리  $d_1$ 가 상기 기준거리  $d_2$ 보다 크거나 같고 상기 기준거리  $d_3$ 보다 작은 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단되면, 거리상태  $F$ (소정의 기준 원거리 상태임)를 결정하는 제 27 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 29.** 제 25 항에 있어서,

상기 제 12 단계는,

상기 로봇의 진행 속도 및 방향을 결정하는 좌측 모터와 우측 모터를 순방향으로 정해진 만큼 회전시켜 전진 이동하는 제 14 단계;

전진 이동중에 지면이나 장애물에 부딪혀 진행 방향이 틀어진 것을 교정하는데 이용하기 위하여, 내부에 장착된 전자나침반을 통해 상기 로봇의 몸체 전진 방향을 검출하는 제 15 단계; 및

상기 제 15 단계에서 검출한 전진 방향에 대한 검출값  $\alpha_1$ 과 저장된 원래의 몸체 전진 방향값  $\theta_1$  간의 오차를 계산하여, 계산한 차이 값  $e_1$ 이 소정의 최소 방향 오류  $\theta_e$ 보다 작은지 여부에 따라 몸체가 원래의 전진 방향값  $\theta_1$ 과 동일하게 되도록 몸체를 회전하는 제 16 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 30.** 제 29 항에 있어서,

상기 제 16 단계는,

상기 제 15 단계에서 검출한 전진 방향에 대한 검출값  $\alpha_1$ 과 저장된 원래의 몸체 전진 방향값  $\theta_1$  간의 오차를 계산하여, 계산한 차이 값  $e_1$ 이 소정의 최소방향 오류값  $\theta_e$ 보다 작은지를 판단하는 제 17 단계;

상기 제 17 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_1$ 이 소정의 최소방향 오류값  $\theta_e$ 보다 작지 않은 것으로 판단되면, 몸체가 원래의 전진 방향값  $\theta_1$ 과 동일하게 되도록 몸체를 회전하는 제 18 단계; 및

상기 제 17 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_1$ 이 소정의 최소 방향 오류  $\theta_e$ 보다 작은 것으로 판단되면, 전진시 몸체 교정 동작을 종료하는 제 19 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 31.** 제 25 항에 있어서,

상기 제 12 단계는,

상기 로봇의 진행 속도 및 방향을 결정하는 좌측 모터와 우측 모터를 역방향으로 정해진 만큼 회전시켜 후진 이동하는 제 14 단계;

후진 이동중에, 지면이나 장애물에 부딪혀 진행 방향이 틀어진 것을 교정하는데 이용하기 위하여, 로봇의 몸체 후진 방향을 검출하는 제 15 단계; 및

상기 제 15 단계에서 검출한 후진 방향에 대한 검출값  $\alpha_2$ 와 원래의 몸체 후진 방향값  $\theta_2$  간의 오차를 계산하여, 계산한 차이 값  $e_2$ 가 소정의 최소방향 오류값  $\theta_e$ 보다 작은지 여부에 따라 몸체가 원래의 후진 방향값  $\theta_2$ 와 동일하게 되도록 몸체를 회전하는 제 16 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 32.** 제 31 항에 있어서,

상기 제 16 단계는,

상기 제 15 단계에서 검출한 후진 방향에 대한 검출값  $\alpha_2$ 와 원래의 몸체 후진 방향값  $\theta_2$  간의 오차를 계산하여, 계산한 차이 값  $e_2$ 가 소정의 최소방향 오류값  $\theta_e$ 보다 작은지를 판단하는 제 17 단계;

상기 제 17 단계에서 계산한 차이 값  $e_2$ 가 소정의 최소방향 오류값  $\theta_e$ 보다 작지 않은 것으로 판단되면, 몸체가 원래의 후진 방향값  $\theta_2$ 와 동일하게 되도록 몸체를 회전하는 제 18 단계; 및

상기 제 17 단계에서 계산한 차이 값  $e_2$ 가 소정의 최소 방향 오류값  $\theta_e$ 보다 작은 것으로 판단되면, 후진시 몸체 교정 동작을 종료하는 제 19 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 33.** 제 25 항에 있어서,

상기 제 12 단계는,

전후진 방향 값  $FlagR$ 의 초기값을 '0'으로 설정하고, 교정실행 횟수  $Nc$ 를 '0'으로 설정하는 제 14 단계;

상기 설정한 교정실행 횟수  $Nc$ 를 '1'씩 증가시키고, 현재의 몸체 방향을 검출하여 검출한 몸체 방향 검출 값  $\alpha_3$ 를 저장하며, 목표 방향과 검출한 몸체 방향의 각도를 뺀 차이값  $\beta$ 를 계산하는 제 15 단계;

상기 제 15 단계에서 계산한 각도 차이값  $\beta$ 가 '0'보다 작은지 여부에 따라, 현재의 진행 방향을 우회전 하거나 좌회전하는 제 16 단계;

상기 제 16 단계에서 회전된 몸체 방향의 오류를 교정하는데 이용하기 위하여, 내부의 전자나침반을 통해 현재의 몸체진행 방향값  $\alpha$ 를 검출하는 제 17 단계;

상기 검출한 몸체진행 방향값  $\alpha$ 와 소정의 목표진행 방향값  $\theta_3$ 의 차이를 계산하여 계산한 차이 값  $e_3$ 이 소정의 최소방향 오류값  $\theta_{e1}$ 보다 작은지 여부에 따라, 저장된 이전의 몸체진행방향 검출값  $\alpha_3$ 과 검출한 현재의 몸체진행방향 값  $\alpha$ 의 차이 값  $e_4$ 를 계산하고, 계산한 차이 값  $e_4$ 가 소정의 최소방향 오류값  $\theta_{e2}$ 보다 큰지를 판단하는 제 18 단계;

상기 제 18 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_4$ 가 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e2}$ 보다 큰 것으로 판단되면, 상기 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '0'으로 설정되어 있는지 여부에 따라 소정의 최소 거리만큼 후진이나 전진하는 제 19 단계; 및

상기 제 18 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_4$ 가 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e2}$ 보다 크지 않은 것으로 판단되면, 상기 전후진 방향 값  $FlagR$ 을 변경한 후, 상기 교정실행 횟수  $Nc$ 가 소정의 기준 교정실행 횟수  $N_{cth}$ 보다 큰지 여부에 따라 오류 경보음을 발생하는 제 20 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 34.** 제 33 항에 있어서,

상기 제 16 단계는,

상기 제 15 단계에서 상기 계산한 각도 차이값  $\beta$ 가 '0'보다 작은지를 판단하는 제 21 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 계산한 각도 차이값  $\beta$ 가 '0'보다 작은 것으로 판단되면, 상기 각도 차이값  $\beta$ 를 '0'보다 큰 '+' 값으로 변환하는 제 22 단계;

상기 각도 차이값  $\beta$ 를 변환한 후, 몸체의 속도 및 진행 방향을 결정하는 좌측 모터를 순방향으로 상기 각도 차이값  $\beta$ 만큼 회전시키고 몸체의 속도 및 진행 방향을 결정하는 우측 모터를 역방향으로 상기 각도 차이값  $\beta$ 만큼 회전시켜 몸체를 우회전하는 제 23 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 계산한 각도 차이값  $\beta$ 가 '0'보다 작지 않은 것으로 판단되면, 상기 좌측 모터를 역방향으로 상기 각도 차이값  $\beta$ 만큼 회전시키고 상기 우측 모터를 순방향으로 상기 각도 차이값  $\beta$ 만큼 회전시켜 몸체를 좌회전하는 제 24 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 35.** 제 33 항에 있어서,

상기 제 18 단계는,

상기 검출한 몸체진행 방향값  $\alpha$ 와 상기 목표진행 방향값  $\theta_3$ 의 차이를 계산하여 계산한 차이 값  $e_3$ 이 소정의 최소방향 오류값  $\theta_{e1}$ 보다 작은지를 판단하는 제 21 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_3$ 이 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e1}$ 보다 작은 것으로 판단되면, 원하는 방향으로 회전이 이루어진 것으로 판단하여 몸체 회전 동작을 종료하는 제 22 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_3$ 이 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e1}$ 보다 작지 않은 것으로 판단되면, 상기 몸체진행방향 검출값  $\alpha_3$ 과 검출한 현재의 몸체진행방향 값  $\alpha$ 의 차이 값  $e_4$ 를 계산하여 계산한 차이 값  $e_4$ 가 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e2}$ 보다 큰지를 판단하는 제 23 단계;

상기 제 23 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_4$ 가 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e2}$ 보다 큰 것으로 판단되면, 상기 제 19 단계로 넘어가는 제 24 단계; 및

상기 제 23 단계에서 상기 계산한 차이 값  $e_4$ 가 상기 최소방향 오류값  $\theta_{e2}$ 보다 크지 않은 것으로 판단되면, 상기 제 20 단계로 넘어가는 제 25 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 36.** 제 33 항에 있어서,

상기 제 19 단계는,

상기 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '0'으로 설정되었는지를 판단하는 제 21 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '0'으로 설정된 것으로 판단되면, 상기 소정의 최소 거리  $N_{min}$ 만큼 후진하는 제 22 단계; 및

상기 제 21 단계에서 상기 전후진 방향 값  $FlagR$ 이 '0'으로 설정되지 않은 것으로 판단되면, 상기 소정의 최소 거리  $N_{min}$ 만큼 전진한 후, 상기 제 14 단계로 넘어가는 제 23 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 37.** 제 33 항 내지 제 36 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 20 단계는,

상기 전후진 방향 값 FlagR이 '1'이면 '0'으로 변경하고 상기 전후진 방향 값 FlagR이 '0'이면 '1'로 변경하여 전진 및 후진의 방향을 변경하는 제 26 단계;

전후진 방향을 변경한 후, 상기 교정실행 횟수 Nc가 상기 기준 교정실행 횟수 Ncth보다 큰지를 판단하는 제 27 단계;

상기 제 27 단계에서 상기 교정실행 횟수 Nc가 상기 기준 교정실행 횟수 Ncth보다 큰 것으로 판단되면, 상기 교정실행 횟수 Nc를 '0'으로 재설정하는 제 28 단계; 및

상기 제 27 단계에서 상기 교정실행 횟수 Nc가 상기 기준 교정실행 횟수 Ncth보다 크지 않은 것으로 판단되면, 상기 제 19 단계로 넘어가는 제 29 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 38.** 제 25 항에 있어서,

상기 제 13 단계는,

초기 동작 이후부터 이동한 거리 Dtrace가 평면 구조 분석에 요구되는 소정의 최소한의 거리 D\_round보다 큰지를 판단하는 제 14 단계;

상기 제 14 단계에서 상기 이동 거리 Dtrace가 상기 최소한의 거리 D\_round보다 큰 경우에만, 상기 로봇의 주행거리를 분석하는 제 15 단계;

주행거리 분석후, 주요진행 방향 성분의 선분을 추출하는 제 16 단계;

상기 제 16 단계에서 추출한 선분을 이용하여 다음 선분과 추출한 선분 간에 이루어지는 각도를 합해 가면서 합한 각이 실질적으로 360도 이상이 되는 시점에서 폐곡선을 분석하는 제 17 단계;

추출한 선분중에 긴 선분의 길이와 방향성이 일치하는가를 조사하여, 일치하는 경우에만 선분간의 이루어지는 각도의 합이 실질적으로 360도에 가까운 폐곡선 구조인지를 판단하는 제 18 단계; 및

상기 제 18 단계에서 폐곡선 구조인 경우에만, 평면구조분석을 종료하는 제 19 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 39.** 제 24 항에 있어서,

상기 제 6 단계는,

음향 방향으로 이동하는 진행모드의 초기값을 '0'으로 설정하는 제 9 단계;

상기 진행모드의 초기값 설정 후, 진행 동작 설정을 위해 필요한 좌우 및 전방에 위치한 벽면과의 거리와 진행방향을 검출하고, 검출한 거리와 진행방향에 대한 정보를 이용하여 현재 로봇의 상태를 결정하는 제 10 단계;

현재의 로봇 상태가 결정되면, 소정의 음원탐색 동작모드에 따라 음원을 찾아가기 위한 음원탐색 진행 동작을 설정하는 제 11 단계;

상기 음원탐색 진행 동작을 설정한 후, 우회동작모드 여부에 따라, 설정동작을 실행하거나 음원방향으로 진행하는 제 12 단계; 및

상기 음원 탐색을 수행하여 상기 로봇이 음원에 도킹(Docking)되었는지 여부에 따라, 상기 로봇이 소정의 시간 동안 충전을 수행하거나 상기 음원 방향에 놓인 장애물을 우회하기 위한 우회동작모드를 설정하는 제 13 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 40.** 제 39 항에 있어서,

상기 제 11 단계는,

상기 로봇의 현재 진행 상태가 상기 우회동작모드로 설정되어 있는지를 판단하는 제 14 단계;

상기 제 14 단계에서 상기 우회동작모드로 설정된 것으로 판단되면, 우측벽을 따라 진행하는 우측벽면 우선모드나 좌측벽을 따라 진행하는 좌측벽면 우선모드인지 여부에 따라, 상기 우측벽면 우선모드에 따른 명령을 설정하거나 상기 좌측벽면 우선모드에 따른 명령을 설정하는 제 15 단계; 및

상기 제 14 단계에서 상기 우회동작모드로 설정되지 않은 것으로 판단되면, 음향 방향과 상기 음원까지의 거리를 검출하는 제 16 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 41.** 제 40 항에 있어서,

상기 제 15 단계는,

상기 우측벽면 우선모드나 상기 좌측벽면 우선모드인지를 판단하는 제 17 단계;

상기 제 17 단계에서 상기 우측벽면 우선모드로 판단되면, 상기 우측벽면 우선모드에 따른 명령을 설정하는 제 18 단계; 및

상기 제 17 단계에서 상기 좌측벽면 우선모드로 판단되면, 상기 좌측벽면 우선모드에 따른 명령을 설정하



는 제 19 단계  
를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**형구항 42.** 제 39 항에 있어서,  
상기 제 12 단계는,  
상기 우회동작모드인지를 판단하는 제 14 단계;  
상기 제 14 단계에서 우회동작모드로 판단되면, 상기 설정동작을 실행하는 제 15 단계;  
상기 제 14 단계에서 우회동작모드가 아닌 것으로 판단되면, 상기 전자나침반을 이용하여 몸체진행 방향을 검출하는 제 16 단계;  
상기 검출한 몸체진행 방향에 따라 상기 음원 방향으로 몸체를 회전하는 제 17 단계;  
소정의 최소이동 거리단위 Nd만큼씩 상기 음원 방향으로 전진 이동하는 제 18 단계; 및  
전진 이동하여 상기 로봇의 현재 위치로부터 상기 음원까지의 거리를 최소이동 거리단위 Nd만큼씩 단축시킨 후, 상기 로봇의 현위치로부터 전면에 음원이나 장애물을 감지하기 위한 목적으로 상기 음원까지의 전방거리 Fdist 상태가 근거리 상태 Near인 경우에만 전진 이동을 중지하는 제 19 단계  
를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**형구항 43.** 제 42 항에 있어서,  
상기 제 19 단계는,  
상기 로봇의 현재 위치로부터 상기 음원까지의 거리를 최소이동 거리단위 Nd만큼씩 단축시킨 후, 상기 로봇의 현위치로부터 전방거리 Fdist를 검출하는 제 20 단계;  
상기 검출한 전방거리 Fdist와 상기 거리상태 Near이 같은지를 판단하는 제 21 단계;  
상기 제 21 단계에서 상기 검출한 전방거리 Fdist와 상기 거리상태 Near이 같은 것으로 판단되면, 현재 상기 로봇이 상기 음원의 위치에 있는 것으로 판단하여 전진이동을 중지하는 제 22 단계; 및  
상기 제 21 단계에서 상기 검출한 전방거리 Fdist와 상기 거리상태 Near이 같지 않은 것으로 판단되면, 상기 제 18 단계로 넘어가는 제 23 단계  
를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**형구항 44.** 제 39 항 내지 제 43 항중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제 13 단계는,  
상기 음원 탐색을 수행하여 상기 로봇이 음원에 도킹되었는지를 판단하는 제 24 단계;  
상기 제 24 단계에서 도킹된 것으로 판단되면, 상기 소정의 시간 동안 충전을 수행한 다음 충전기의 현재 위치를 탐색하여 탐색한 위치를 기록하는 제 25 단계; 및  
상기 제 24 단계에서 도킹되지 않은 것으로 판단되면, 상기 음원 방향에 놓인 장애물을 우회하기 위한 우회동작모드를 설정한 후, 상기 제 6 단계로 넘어가는 제 26 단계  
를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**형구항 45.** 제 44 항에 있어서,  
상기 제 24 단계는,  
상기 로봇의 진행 모드가 우회동작모드인지를 확인하는 제 27 단계;  
상기 제 27 단계에서 상기 우회동작모드가 아닌 것으로 확인되면, 상기 검출한 전방거리 Fdist와 근거리 상태 Near의 동일 여부에 따라 우회동작의 초기화를 수행하는 제 28 단계;  
상기 제 27 단계에서 상기 우회동작모드인 것으로 확인되면, 상기 로봇이 이동한 이동거리 Dtrace가 우회 동작분석에 필요한 소정의 최소 기준거리 Dth3보다 크거나 같은지 여부에 따라, 이전상태에서 현재상태까지의 진행거리와 방향에 따라 설정한 X축 좌표(즉, 가로축 좌표임)의 성분과 이전의 X축 좌표를 합하여 현재 좌표 Px를 설정하는 제 29 단계;  
상기 설정한 현재 좌표 Px가 X축 성분의 최소값 Xmin보다 작은지를 확인하여 작으면 최소값 Xmin을 상기 현재 좌표 Px의 최소 좌표값으로 추출하고, 상기 현재 좌표 Px가 X축 성분의 최대값 Xmax보다 큰지를 판단하여 크면 최대값 Xmax를 상기 현재 좌표 Px의 최대 좌표값으로 추출하는 제 30 단계;  
상기 제 30 단계에서 추출한 상기 현재 좌표 Px의 최대 및 최소 좌표값을 이용하여, 상기 로봇의 현재 진행상태가 상기 우측면 우선모드 또는 상기 좌측면 우선모드인지를 판단하는 제 31 단계;  
상기 제 31 단계에서 상기 우측면 우선모드로 판단되면, 상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 X축의 최소 좌표값 Xmin의 절반 값인 'Xmin/2'보다 큰지 여부에 따라 상기 음향방향 진행모드를 설정하는 제 32 단계; 및  
상기 제 31 단계에서 상기 좌측면 우선모드로 판단되면, 상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 X축의 최대 좌표값 Xmax의 절반 값인 'Xmax/2'보다 작은지 여부에 따라 상기 음향방향 진행모드를 설정하는 제 33 단계  
를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 46. 제 45 항에 있어서,

상기 제 28 단계는,

상기 검출한 전방거리 Fdist와 상기 음원까지의 거리상태 Near이 동일한 지를 판단하는 제 34 단계;

상기 제 34 단계에서 상기 검출한 전방거리 Fdist와 상기 음원까지의 거리상태 Near이 동일한 것으로 판단되면, 우회동작모드로 전환하고 우회동작분석에 필요한 X축 좌표의 최대값과 최소값을 '0'으로 초기화시키는 제 35 단계;

상기 X축 좌표의 최대값과 최소값을 초기화시킨 후, 상기 음향 방향을 검출하는 제 36 단계;

상기 검출한 음향방향을 Y축 좌표(즉, 세로축 좌표임)로 하고 상기 로봇의 현재 위치를 우회동작 시작점으로 하고 하는 상기 X축 좌표와 Y축 좌표로 이루어진 시작좌표를 설정하는 제 37 단계; 및

상기 제 34 단계에서 상기 검출한 전방거리 Fdist와 상기 음원까지의 거리상태 Near이 동일하지 않은 것으로 판단되면, 상기 음향방향 진행모드를 계속하여 수행하고 우회동작은 종료하는 제 38 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 47. 제 45 항에 있어서,

상기 제 29 단계는,

상기 로봇이 이동한 이동거리 Dtrace가 상기 소정의 최소 기준거리 Dth3보다 크거나 같은지를 판단하는 제 34 단계;

상기 제 34 단계에서 상기 로봇이 이동한 이동거리 Dtrace가 상기 소정의 최소 기준거리 Dth3보다 크거나 같은 것으로 판단되면, 이전 상태에서 현 상태까지의 진행거리와 방향에 따라 설정한 X축 좌표의 성분과 이전의 X축 좌표를 합하여 상기 현재 좌표 Px를 설정하는 제 35 단계; 및

상기 제 34 단계에서 상기 로봇이 이동한 이동거리 Dtrace가 상기 소정의 최소 기준거리 Dth3보다 크거나 같은 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단되면, 상기 음향방향 진행모드를 계속하여 수행하고 우회동작을 종료하는 제 36 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 48. 제 45 항에 있어서,

상기 제 32 단계는,

상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 X축의 상기 좌표값 ' $X_{min}/2$ '보다 큰지를 판단하는 제 34 단계;

상기 제 34 단계에서 상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 상기 좌표값 ' $X_{min}/2$ '보다 큰것으로 판단되면, 장애물을 벗어난 것으로 간주하여 상기 음향방향 진행모드를 설정하는 제 35 단계; 및

상기 제 34 단계에서 상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 상기 좌표값 ' $X_{min}/2$ '보다 크지 않은 것으로 판단되면, 상기 우회동작모드를 계속 진행하는 제 36 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 49. 제 45 항 내지 제 48 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 33 단계는,

상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 상기 좌표값 ' $X_{max}/2$ '보다 작은지를 판단하는 제 39 단계;

상기 제 39 단계에서 상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 상기 좌표값 ' $X_{max}/2$ '보다 작은것으로 판단되면, 장애물을 벗어난 것으로 간주하여 상기 음향방향 진행모드를 설정하는 제 40 단계; 및

상기 제 39 단계에서 상기 현재 좌표 Px의 좌표값이 상기 좌표값 ' $X_{max}/2$ '보다 작지 않은 것으로 판단되면, 상기 우회동작모드를 계속 진행하는 제 41 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 50. 제 23 항에 있어서,

상기 제 2 단계는,

외부로부터 발생된 음향 검출을 수행한 후, 발생된 음향이 검출되었는지를 확인하는 제 5 단계;

상기 제 5 단계에서 발생된 음향이 확인되면, 상기 음향을 발생한 음원으로 진행하는 제 6 단계;

상기 제 5 단계에서 발생된 음향이 확인되지 않으면, 주변의 인체를 감지하여 감지된 인체가 있는지를 판단하는 제 7 단계;

상기 제 7 단계에서 감지된 인체가 있는 것으로 판단되면, 감지된 인체의 방향 수를 확인하여 감지된 인체 쪽으로 진행하는 제 8 단계;

상기 제 7 단계에서 감지된 인체가 없는 것으로 판단되면, 인체를 감지하기 위하여 수행한 스캔(scan) 횟수를 체크(check)하여 체크한 감지 스캔 횟수가 소정의 기준스캔 횟수 Nth보다 큰지 여부에 따라 360도 전체 범위내에서 인체가 감지되는지를 확인하는 제 9 단계;

상기 제 9 단계에서 감지된 인체가 확인되면, 상기 제 8 단계로 넘어가는 제 10 단계; 및

상기 제 9 단계에서 감지된 인체가 확인되지 않으면, 인체 감지후부터 소정의 시간이 경과하면 벽면이나 구석으로 이동한 후 대기 상태를 유지하는 제 11 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 51. 제 50 항에 있어서,

상기 제 8 단계는,

상기 감지된 인체 방향 수가 2 방향 이상인지를 확인하는 제 12 단계;

상기 제 12 단계에서 상기 감지된 인체 방향 수가 2방향 이상으로 확인되면, 바로 이전에 진행 및 추적되었던 방향으로부터 가장 근접한 방향에서 감지된 인체 쪽으로 진행하는 제 13 단계; 및

상기 제 12 단계에서 한 방향에서만 인체가 감지된 것으로 확인되면, 감지된 인체 방향으로 진행하는 제 14 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 52. 제 50 항에 있어서,

상기 제 9 단계는,

인체를 감지하기 위하여 수행한 스캔 횟수를 체크하여 체크한 감지 스캔 횟수가 상기 기준스캔 횟수 Nth보다 큰지를 판단하는 제 12 단계;

상기 제 12 단계에서 상기 체크한 감지 스캔 횟수가 상기 기준스캔 횟수 Nth보다 큰 것으로 판단되면, 360도 전체 범위내에서 인체가 감지되는지를 확인하는 제 13 단계;

상기 제 13 단계에서 감지된 인체가 확인되면, 상기 제 8 단계로 넘어가는 제 14 단계;

상기 제 13 단계에서 감지된 인체가 확인되지 않으면, 상기 제 11 단계로 넘어가는 제 15 단계; 및

상기 제 12 단계에서 상기 체크한 감지 스캔 횟수가 상기 기준스캔 횟수 Nth보다 크지 않은 것으로 판단되면, 상기 제 7 단계로 넘어가는 제 16 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 53. 제 50 항 내지 제 52 항중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 11 단계는,

인체 감지후부터 상기 소정의 시간이 경과되었는지를 판단하는 제 17 단계;

상기 제 17 단계에서 상기 소정의 시간이 경과된 것으로 판단되면, 벽면이나 구석으로 이동한 후 대기 상태를 유지하는 제 18 단계; 및

상기 제 17 단계에서 상기 소정의 시간이 경과되지 않은 것으로 판단되면, 상기 제 5 단계로 넘어가는 제 19 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 54. 제 24 항에 있어서,

상기 제 7 단계는,

경비 모드 수행을 지시하는 동작 명령의 전달시로부터 소정의 시간이 경과하면 경비 동작 체제를 수행하는 제 9 단계;

상기 경비 동작 체제가 되면, 상기 로봇의 현재 위치로부터 전방에 위치한 물체까지의 전방향 거리 Fdist1, 상기 로봇의 현재 위치로부터 좌측에 위치한 물체까지의 좌측면 거리 Ldist1 및 상기 로봇의 현재 위치로부터 우측에 위치한 물체까지의 우측면 거리 Rdist1를 검출하는 제 10 단계;

상기 제 10 단계에서 검출한 전방향 거리 Fdist1, 좌측면 거리 Ldist1 및 우측면 거리 Rdist1를 저장하는 제 11 단계;

새로운 전방향 거리 Fdist2, 좌측면 거리 Ldist2 및 우측면 거리 Rdist2를 검출하는 제 12 단계;

상기 제 11 단계에서 저장한 전방향 거리 Fdist1, 좌측면 거리 Ldist1 및 우측면 거리 Rdist1과 상기 제 12 단계에서 검출한 전방향 거리 Fdist2, 좌측면 거리 Ldist2 및 우측면 거리 Rdist2를 대응되게 비교하여, 상기 로봇의 위치가 이동되었는지 여부에 따라 일차적인 경비 체제를 수행하는 제 13 단계; 및

상기 경비 체제 상태에서, 신원을 확인하기 위하여 입력되는 음성 데이터를 분석한 후, 분석한 음성 데이터가 이미 등록된 음성인지 여부에 따라 경보기를 작동하는 제 14 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 55. 제 54 항에 있어서,

상기 제 13 단계는,

상기 로봇의 위치가 이동되었는지를 판단하는 제 15 단계;

상기 제 15 단계에서 상기 로봇이 이동된 것으로 판단되면, 상기 일차적인 경비 체제를 수행하는 제 16 단계;

상기 제 15 단계에서 상기 로봇이 이동되지 않은 것으로 판단되면, 인체가 감지되었는지를 확인하는 제 17 단계;

상기 제 17 단계에서 인체가 감지되지 않은 것으로 확인되면, 상기 제 12 단계로 넘어가는 제 18 단계; 및

상기 제 17 단계에서 인체가 감지된 것으로 확인되면, 상기 제 16 단계로 넘어가는 제 19 단계를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 56. 제 54 항 또는 제 55 항에 있어서,

상기 제 14 단계는,

상기 경보 체제 상태에서, 신원을 확인하기 위하여 입력된 음성 데이터를 분석하는 제 20 단계;

상기 제 20 단계에서 분석한 음성 데이터가 이미 등록된 음성인지를 확인하는 제 21 단계;

상기 제 21 단계에서 상기 분석한 음성 데이터가 이미 등록된 음성이 아닌 것으로 확인되면, 상기 경보기를 작동하는 제 22 단계; 및

상기 제 21 단계에서 상기 분석한 음성 데이터가 이미 등록된 음성인 것으로 확인되면, 상기 제 10 단계로 넘어가는 제 23 단계

를 포함하여 이루어진 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 57. 제 23 항에 있어서,

평면구조 분석 과정을 통해 구해진 선분간의 이루어지는 각도의 합을 이용하여, 특정 물체를 계속 회전하는 것은 평면구조 공간의 진행과 달리 진행 방향간의 이루어지는 각도가 '음(-)'으로 이루어지기 때문에, 선분간 이루는 각도의 합이 실질적으로 '-360'도 이하가 되면, 특정물체 주위를 계속회전하는 것으로 판단하고, 이러한 경우 루핑(Looping)을 빠져나가기 위해서는 미리 정해진 방향순으로부터 해당 방향으로 주행할 때 그방향에서 90도 방향으로 회전 후에 전면 거리가 소정의 기준 근거리 Near가 될 때까지 주행하게 하면서 전체 시스템을 초기화 상태로 만든 후 다시 시작하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 58. 제 23 항에 있어서,

인체감자 센서가 장착된 부분을 레이다 항과 같이 회전하면서 감지하거나, 장착된 물체를 회전하면서 감지하면 정지된 인체에 대해서도 방향을 감지할 수 있기 때문에 사람과 물체를 구별하여 추적하거나 다가갈 수 있는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 59. 제 23 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이  $Dr$ (단,  $Dr$ 은 로봇이 회전할 때 필요한 최소의 여유공간 거리임) 이상이 면 90도 좌회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이 상기  $Dr$  이상이 아니면, 후진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 60. 제 59 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 F(단, F는 상기 거리상태 N보다 더 먼거리임)일 때, 90도 우회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 61. 제 60 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 62. 제 61 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면거리상태가 F일 때, 이전 동작이 90도 좌회전 동작을 수행한 경우에는 90도 좌회전 후 전진동작을 설정하고,

이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 우회전 후 전진동작인 경우에는, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정하며,

이전동작의 상기 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 우회전 후 전진동작이 아닌 경우에는, 90도 우회전 후 전진동작을 실행하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

청구항 63. 제 62 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진 동작이거나 90도 좌회전 동작이고 현 좌측면 거리와 현 우측면 거리의 합이 상기  $Dr$  이상이면, 90도 좌회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전 동작이 90도 좌회전 동작이 아니고 후진동작이면, 후진동작을 설정하며,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전 동작이 후진동작이 아니면, 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 64.** 제 63 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작이 후진동작이면 90도 좌회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작이 후진동작이 아니면, 90도 우회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 65.** 제 64 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 N일 때, 이전 동작이 후진동작이면, 90도 좌회전 동작을 설정하고,

현재 상기 로봇의 우측면 거리상태 N01 N1(단, N1은 상기 로봇이 회전할 수 없을 만큼 벽면과 매우 거리상태임), 이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 N, 그리고 이전 동작이 전진동작이면  $x$ 각도(단,  $x$ 는 미리 설정된 최소단위 각도나 현재 로봇의 우측거리와 이전 로봇의 우측거리의 차를 이전에서 현재까지의 이동거리로 나눈값의 역탄젠트(inverse tangent) 각도임)만큼 좌회전 후 전진동작을 설정하고,

현재 상기 로봇의 우측면 거리상태 N01 N3(단, N3은 상기 로봇이 회전에 필요한 벽면과의 적정거리를 벗어난 거리상태임), 이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F(단, F는 상기 거리상태 N3보다 더 먼거리임), 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 N, 그리고 이전 동작이 전진동작이면, 상기  $x$ 각도만큼 우회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 66.** 제 65 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작들이 4번 연속하여 90도 좌회전 동작을 수행한 경우에는, 전진동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작들이 4번 연속하여 90도 좌회전 동작을 수행하지 않고, 이전 동작들이 4번 연속하여 90도 우회전 후 전진동작을 수행한 경우에는, 전진동작을 설정하며,

이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전 동작이 전진이면, 전진동작을 설정하고,

이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전 동작이 전진이 아니고 후진이거나 90도 좌회전이면, 90도 좌회전 동작을 설정하며,

이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전 동작이 전진, 후진 또는 90도 좌회전이 아니면, 90도 우회전 후 전진 동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 67.** 제 23 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이  $Dr$ (단,  $Dr$ 은 상기 로봇이 회전할 때 필요한 최소의 여유공간 거리임) 이 상이면 90도 우회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 좌측면 거리와 우측면 거리의 합이 상기  $Dr$  이상이 아니면, 후진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 68.** 제 67 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F(단, F는 상기 거리상태 N보다 더 먼거리임)일 때, 90도 우회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 69.** 제 68 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 70.** 제 69 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 이전 동작이 90도 우회전 동작을 수행한 경우에는 90도 우회전 후 전진동작을 설정하고,

이전 동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전 동작이 90도 좌회전 후 전진 동작인 경우에는, 90도 우회전 후 전진동작을 설정하며,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 N, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작이 90도 우회전 동작을 수행하지 않는 경우나, 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 90도 좌회전 후 전진 동작이 아닌 경우에는, 90도 좌회전 후 전진동작을 실행하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 71.** 제 70 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진동작이거나 90도 우회전 동작이고 현 좌측면 거리와 현 우측면거리의 합이 상기 Dr 이상이면, 90도 우회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진동작이면, 후진동작을 설정하며,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진동작이 아니면, 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 72.** 제 71 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작이 후진동작이면, 90도 우회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 현 로봇의 좌측면 거리상태 NO1 N1(단, N1은 상기 로봇이 회전할 수 없을 만큼 벽면과 매우 거리상태임), 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진이면,  $x$ 각도(단,  $x$ 는 미리 설정된 최소단위 각도나 현재 로봇의 우측거리와 이전로봇의 우측거리의 차를 이전에서 현재까지의 이동거리로 나눈값의 역탄젠트(Inverse tangent) 각도임)만큼 우회전 후 전진동작을 설정하며,

현 로봇의 우측면 거리상태 NO1 N3(단, N3은 상기 로봇이 회전에 필요한 벽면과의 적정거리를 벗어난 거리상태임), 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F(단, F는 상기 거리상태 N3보다 더 먼거리임), 그리고 이전동작이 전진이면, 상기  $x$ 각도만큼 좌회전 후 전진동작을 설정하고,

현 로봇의 우측면 거리상태 NO1 상기 N3, 이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 N, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진동작이 아니면, 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 73.** 제 72 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진이면, 90도 우회전 동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 N일 때, 이전동작이 후진이 아니면, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 74.** 제 73 항에 있어서,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작들이 4번 연속하여 90도 우회전 동작인 경우에는, 전진동작을 설정하고,

상기 로봇의 현상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 그리고 우측면 거리상태가 F일 때, 이전동작들이 4번 연속하여 90도 좌회전 후 전진동작인 경우에는, 전진동작을 설정하며,

이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 전진동작이면, 전진동작을 설정하고,

이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 후진이거나 90도 우회전이면, 90도 우회전 동작을 설정하며,

이전동작의 로봇상태에서 전방 거리상태가 F, 좌측면 거리상태가 F, 우측면 거리상태가 F, 그리고 이전동작이 후진이거나 우회전이 아니면, 90도 좌회전 후 전진동작을 설정하는 것을 특징으로 하는 음향방향과 동작방향 검출 및 지능형 자동 충전 기능을 갖는 로봇의 동작 방법.

**청구항 75.** 프로세서를 구비한 로봇에,

작동 모드가 설정되었는지를 판단하는 제 1 기능;

상기 제 1 기능에서 작동 모드가 설정되지 않은 것으로 판단되면, 대기모드로 된 후 일정 거리내에 위치한 사람을 감지하여 추적하는 제 2 기능;

상기 제 1 기능에서 작동 모드가 설정된 것으로 판단되면, 설정된 작동 모드의 종류를 확인하는 제 3 기능; 및

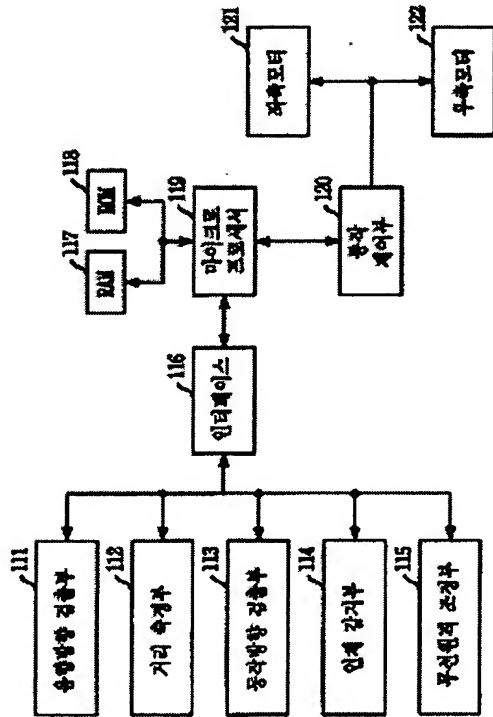
상기 설정된 작동 모드의 종류 확인 결과에 따라, 평면 구조물을 탐색 및 분석해서 얻은 평면구조물에 대한 정보를 이용하여 지정한 영역을 청소하고, 방전시 음향을 발생하는 충전기를 탐색한 후 탐색한 충전기에 도킹(docking)하여 충전이 이루어지도록 하며, 음향을 발생하는 음원을 탐색 및 경비 동작을 수행하는

제 4 기능

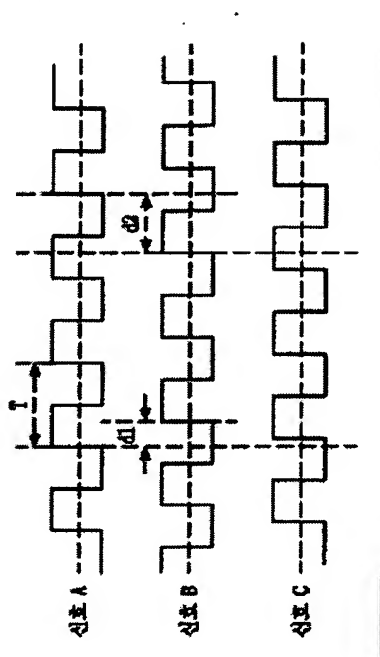
을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

도면

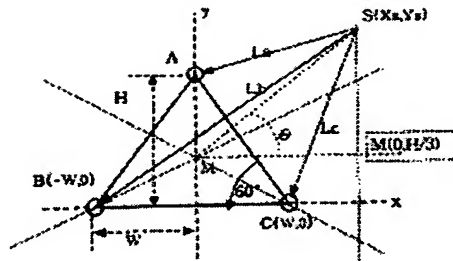
도면1



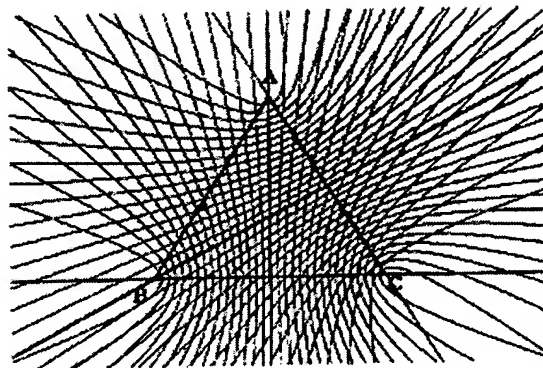
도 2



도 3a

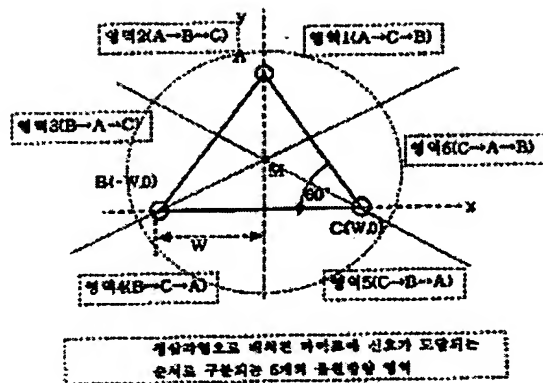


도 3b

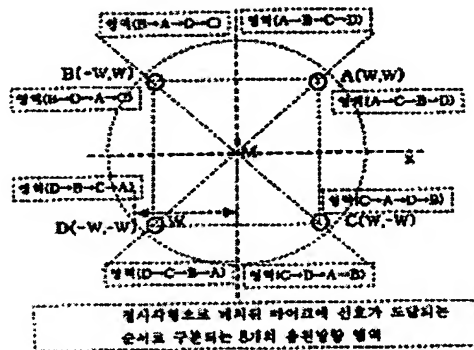




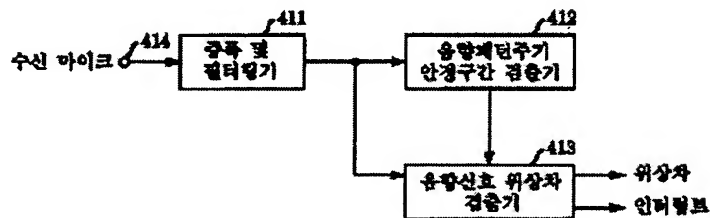
도면3c



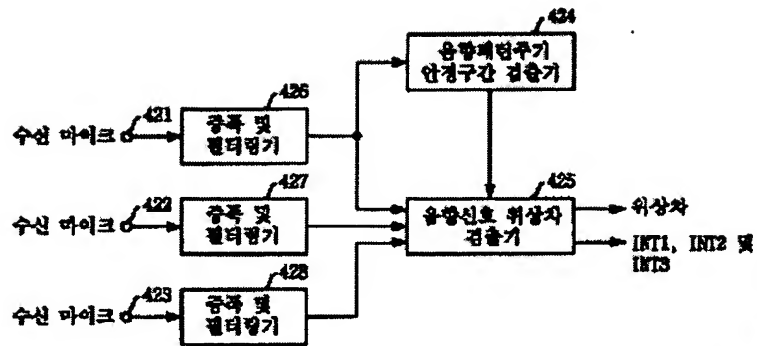
도면3d



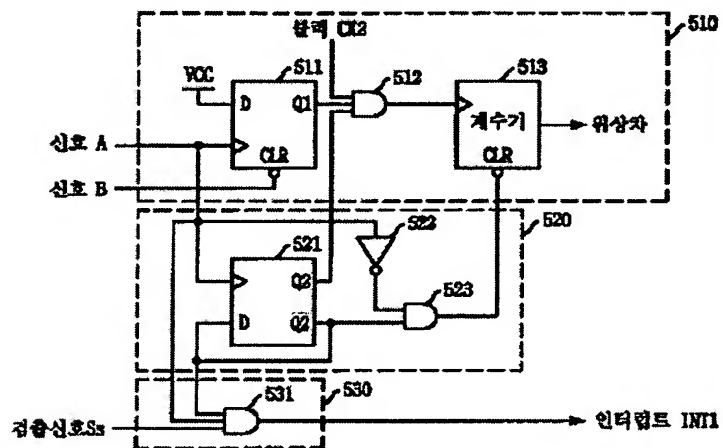
도면4a



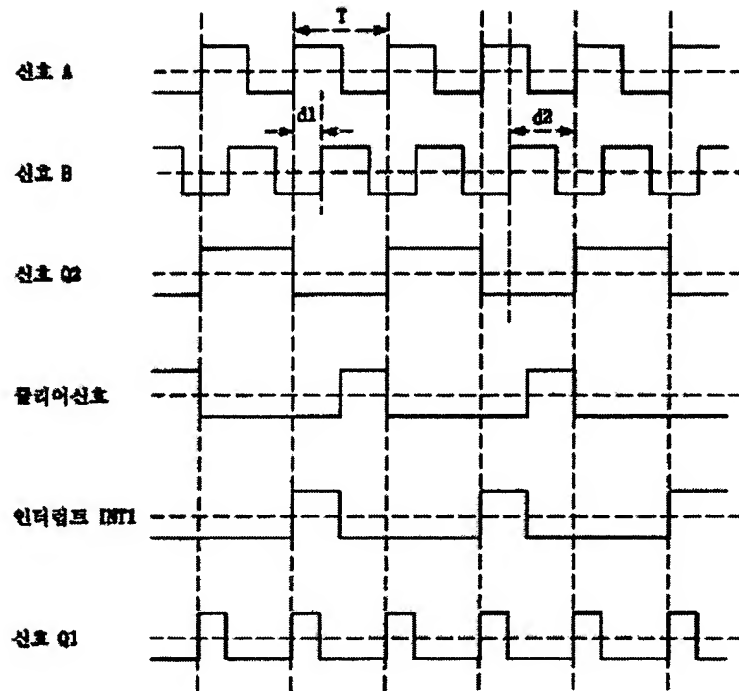
**도표 4**



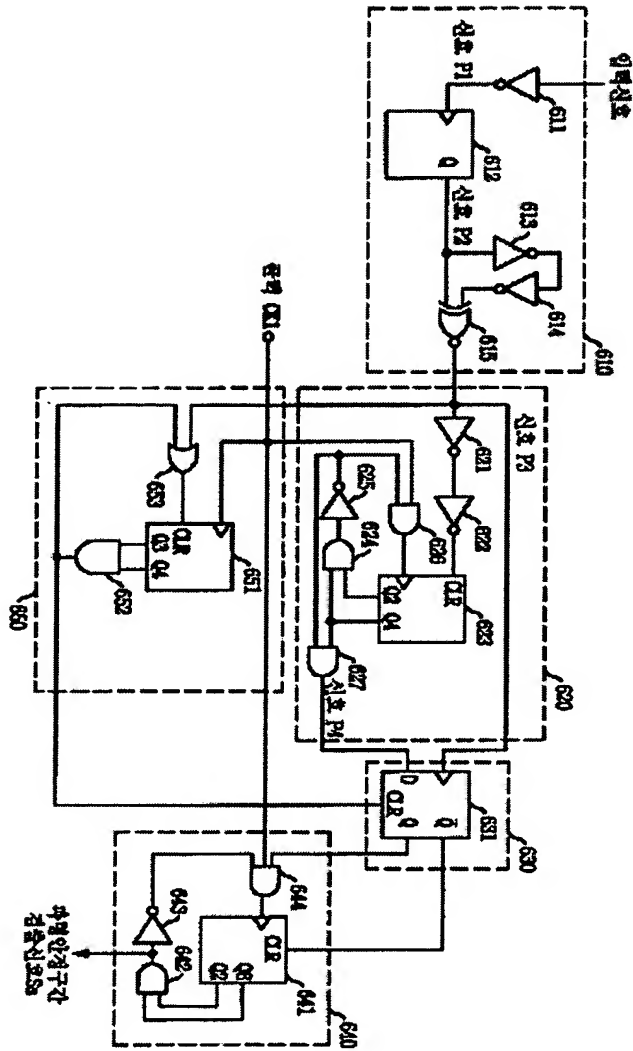
**EP5**



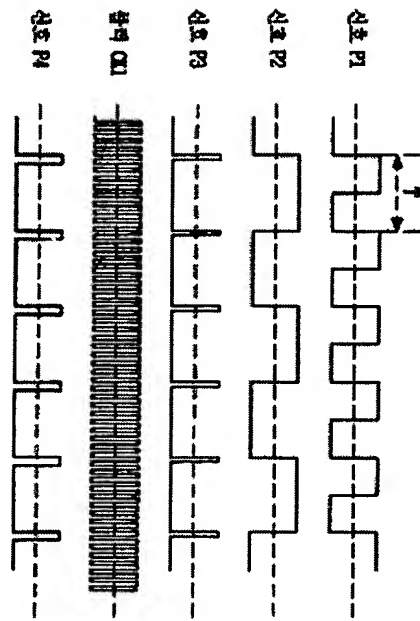
도 55b

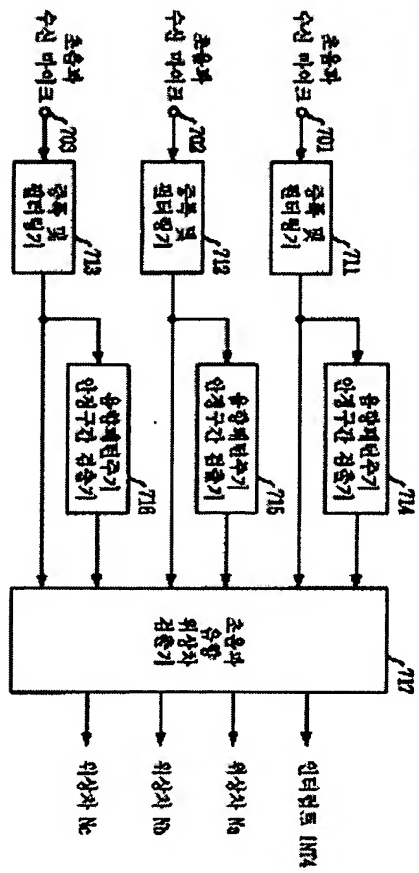


도 40



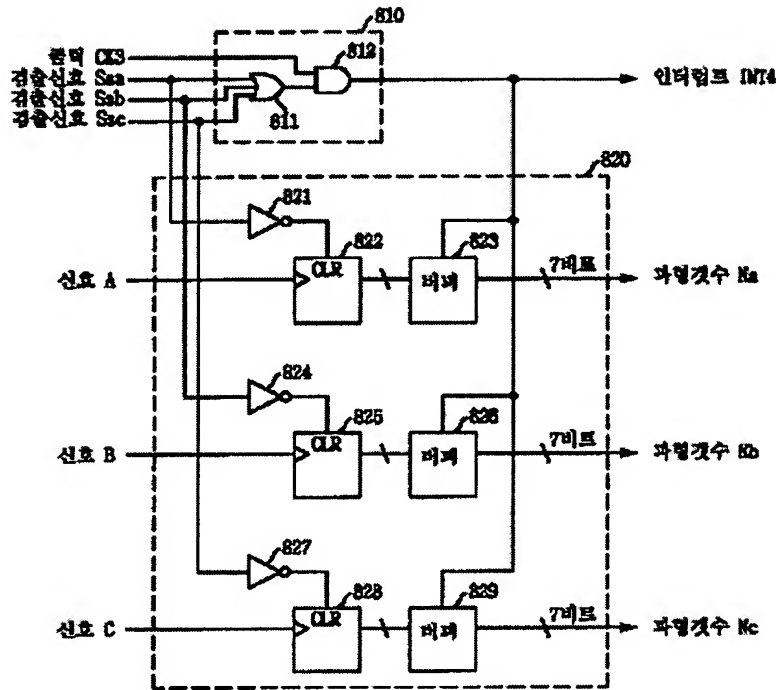
도 5



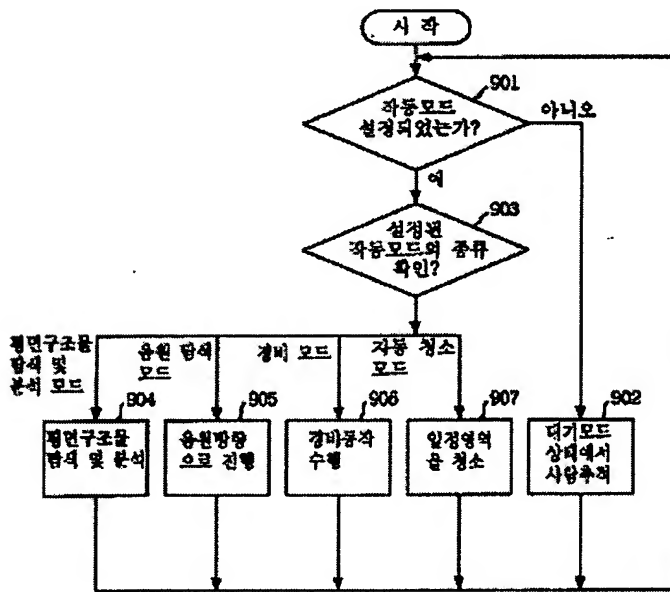


도 1

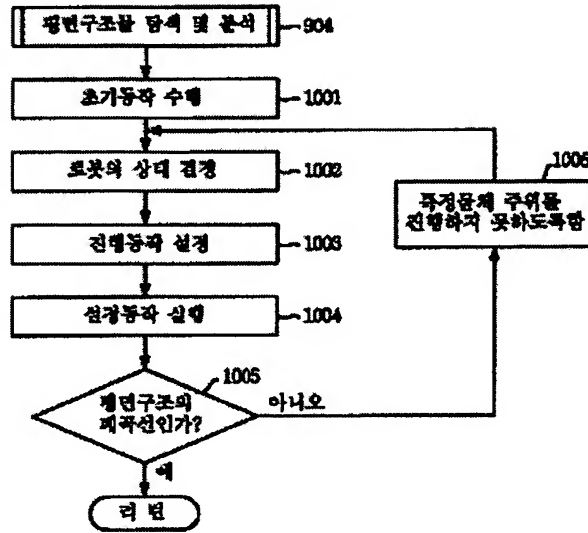
도 48



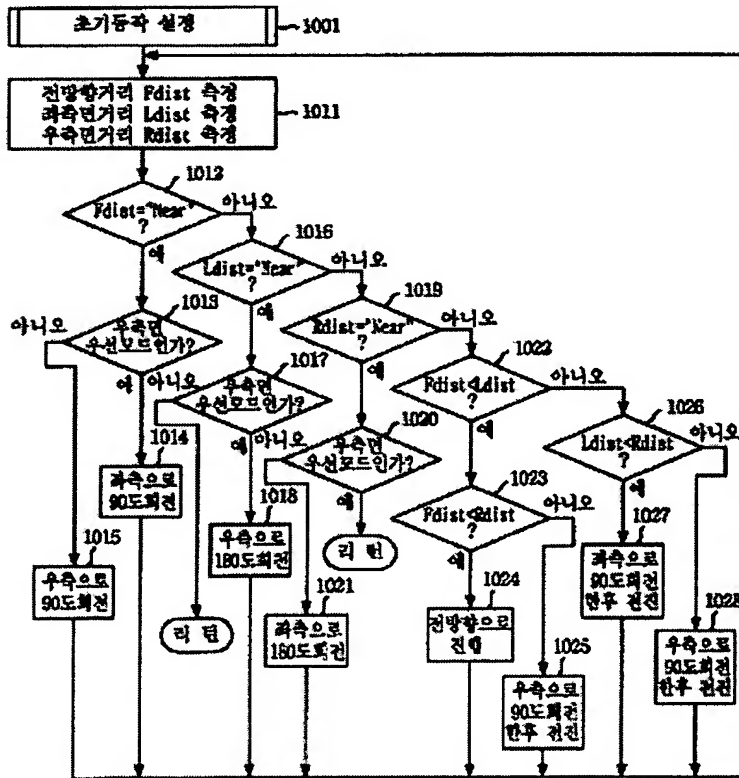
도 49



도면 10a

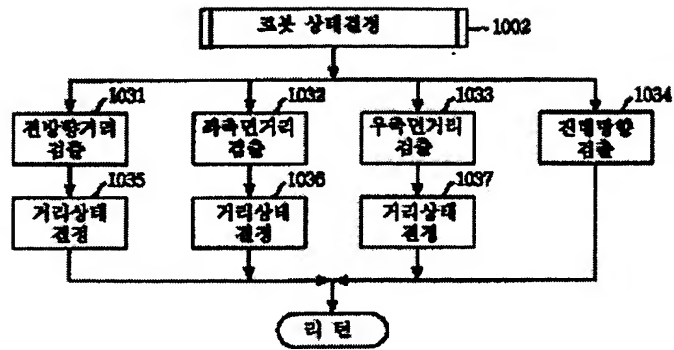


도면 10b

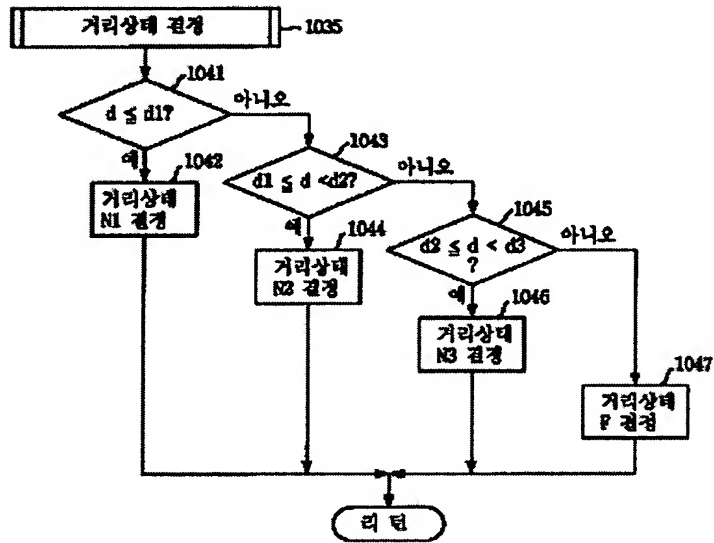




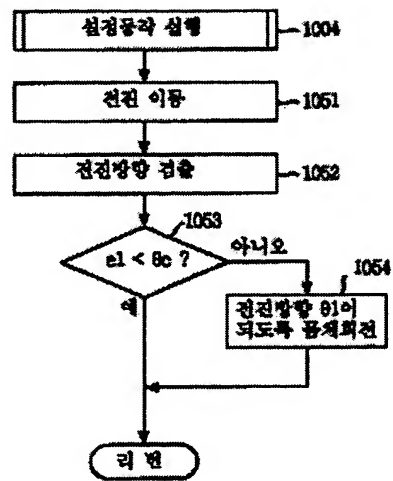
도면 10b



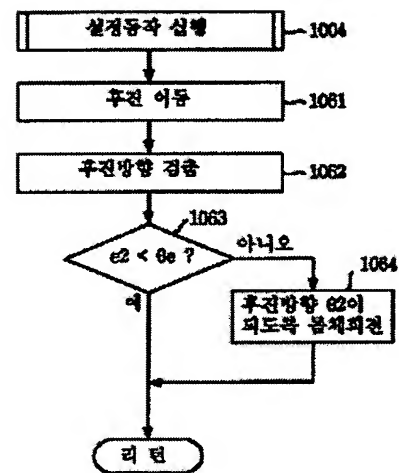
도면 10d



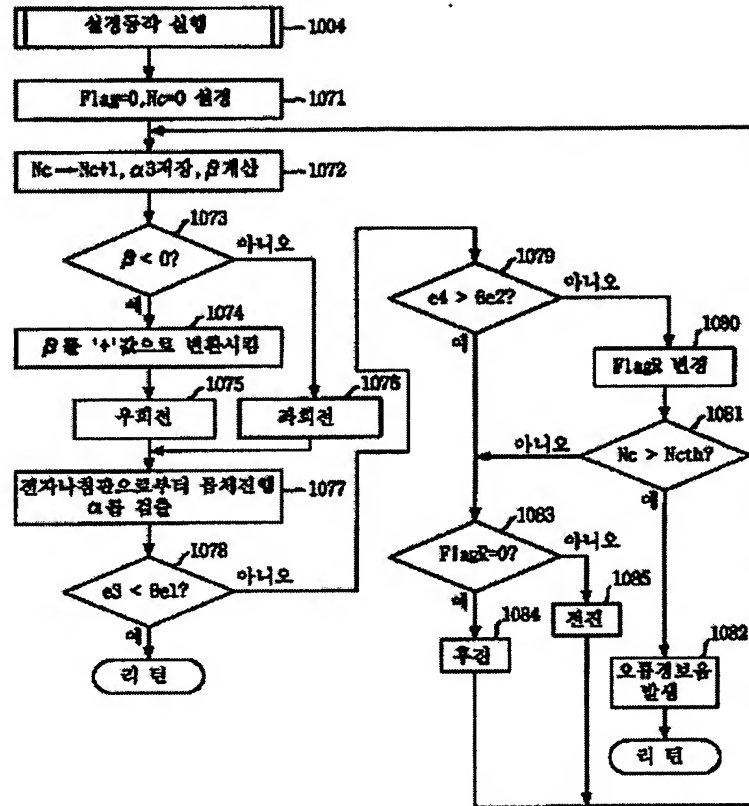
도면 106



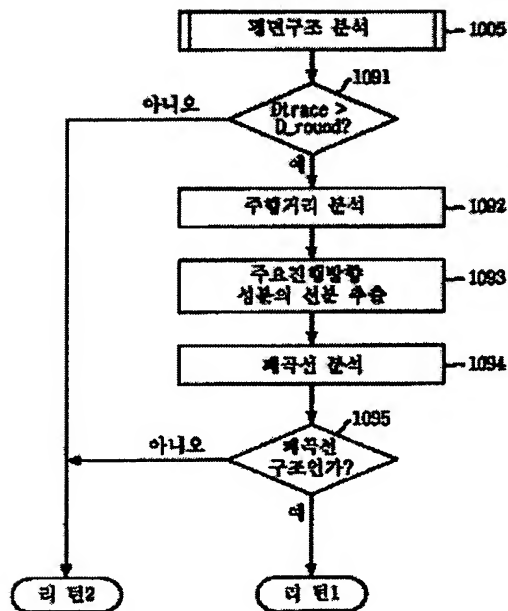
도면 107



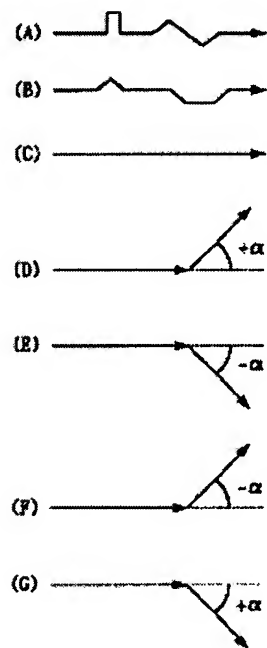
도면 10g



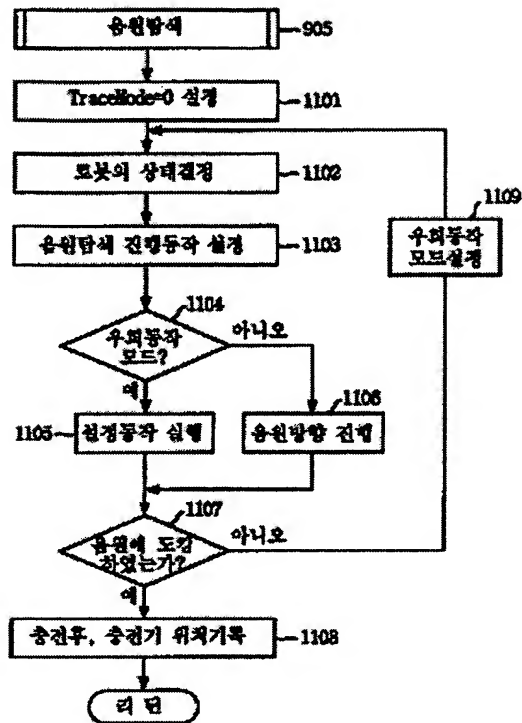
도면 10h



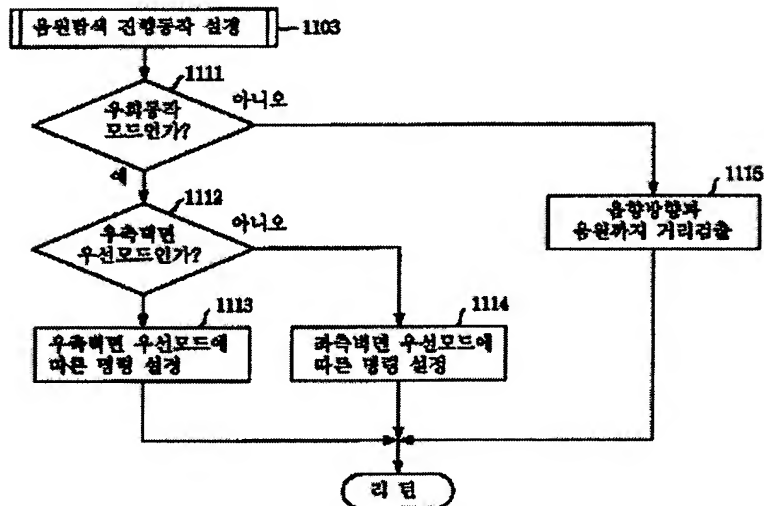
도면 10i



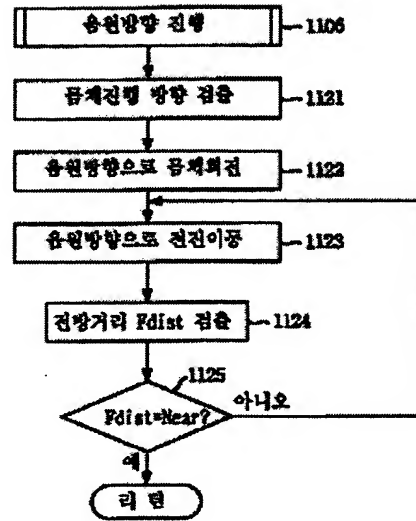
도면11a



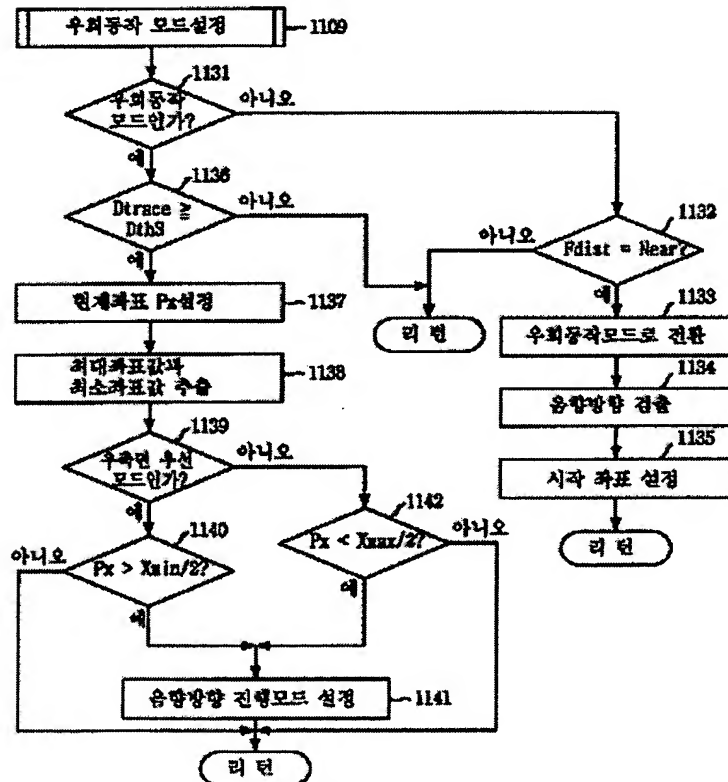
도면11b



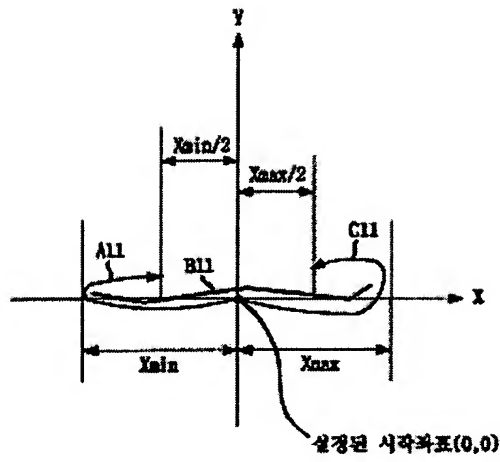
도면110



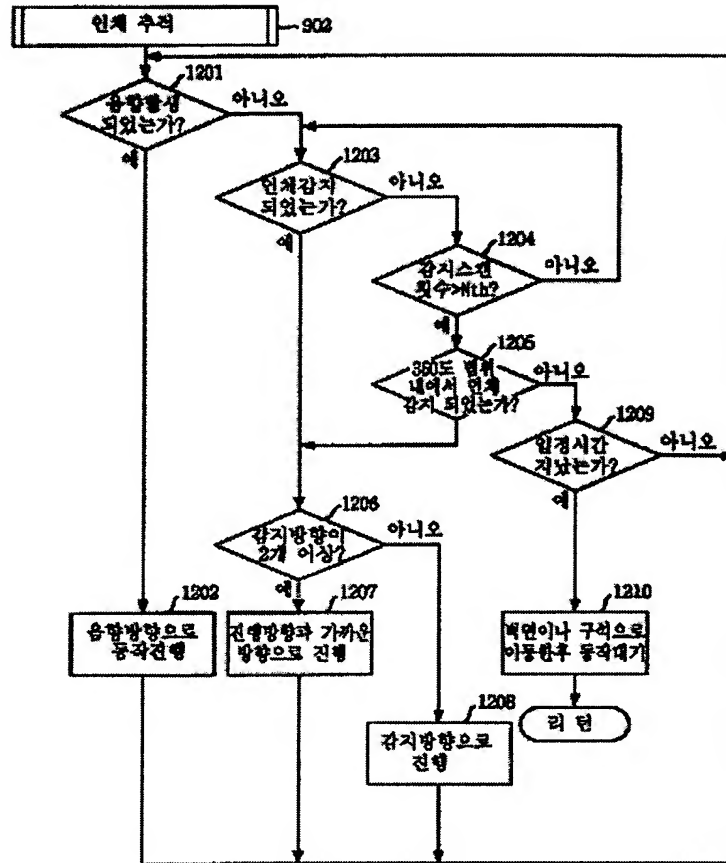
도면111



도면 11a

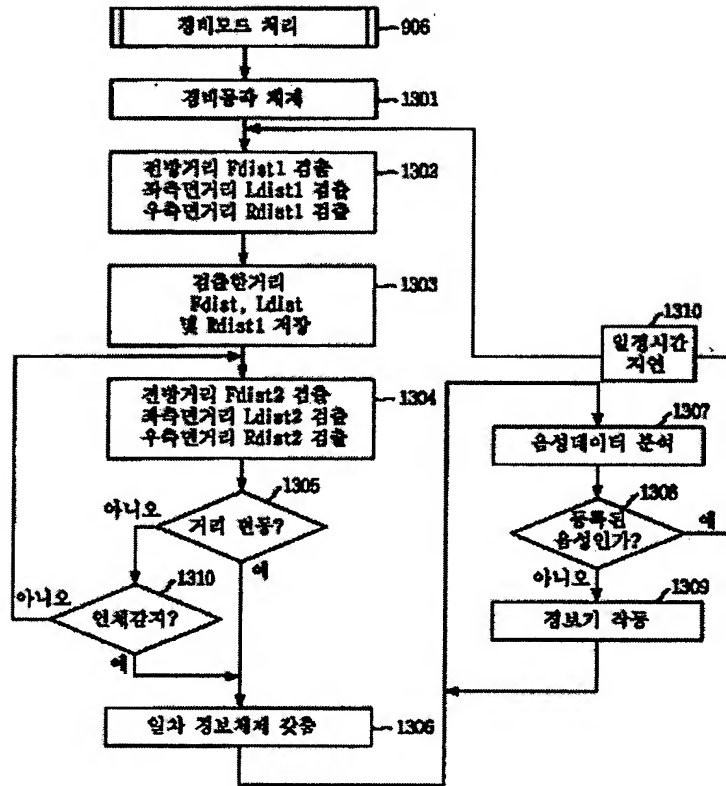


도면 12





도면 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**